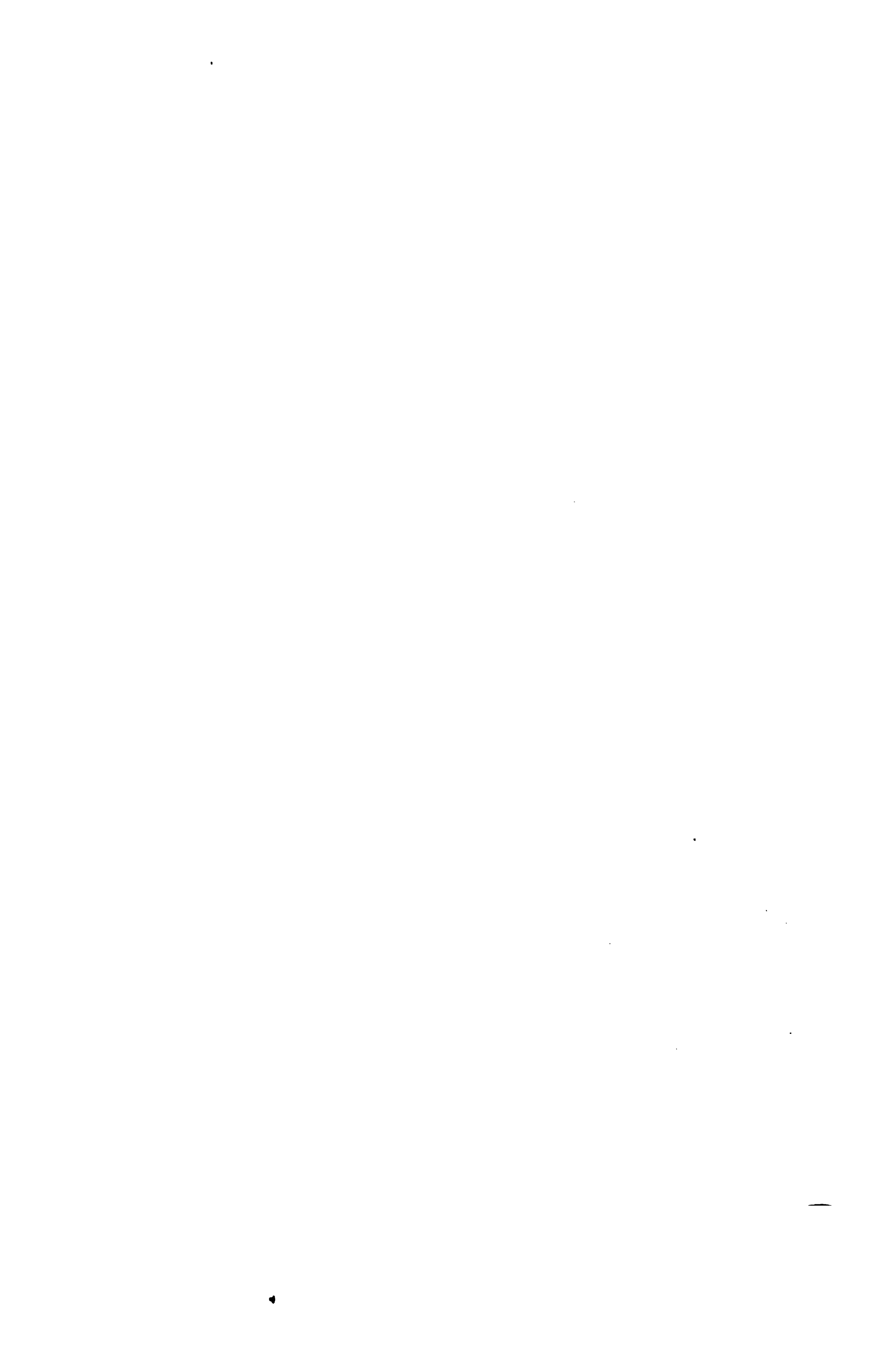
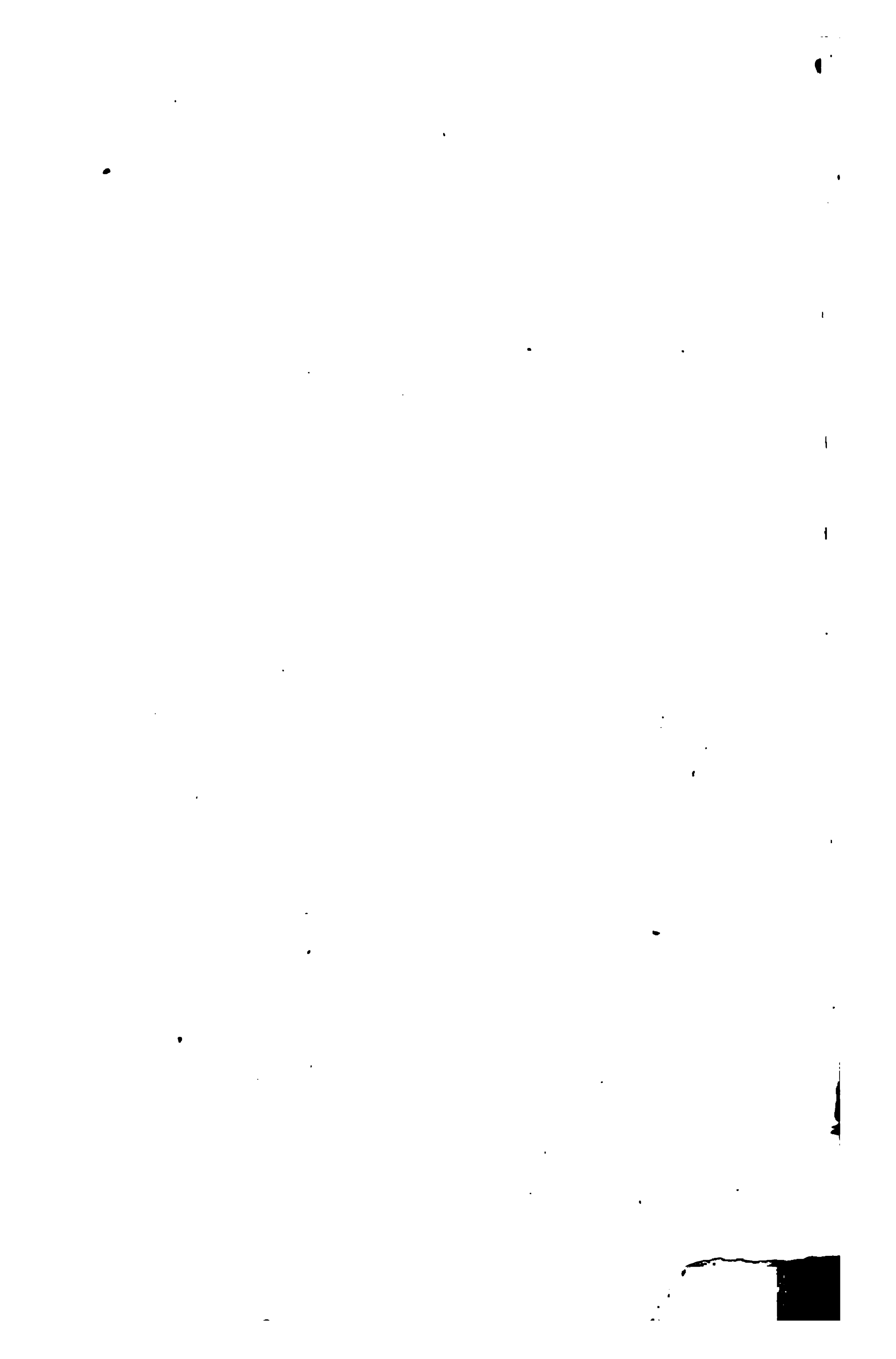






UNIVERSITY OF WISCONSIN
No. 105
ENGINEERING LIBRARY.

DIE

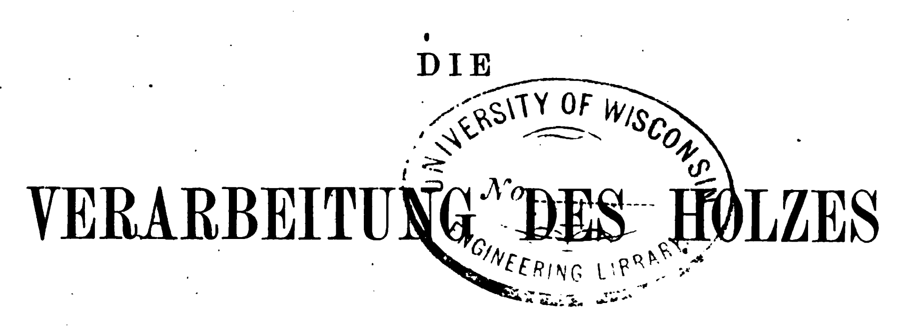
VERARBEITUNG DES HOLZES

AUF

MECHANISCHEM WEGE.

Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.



DIE

VERARBEITUNG DES HOLZES

AUF

MECHANISCHEM WEGE.

VON

A. LEDEBUR,
Professor an der Königlichen Bergakademie zu Freiberg in Sachsen.

MIT ZAHLREICHEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSTICHEN.

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.
1881.

VORWORT.

Die Verarbeitung des Holzes geht vielfach Hand in Hand mit der Verarbeitung der Metalle. Für eine Eisengiesserei bildet die Modelltischlerei eine unentbehrliche Ergänzung, und die Bekanntschaft mit den allgemeinen Regeln, auf denen die Anfertigung eines brauchbaren Holzmodells beruht, ist von grosser Wichtigkeit für den Giessereibeamten; in den Maschinenfabriken fertigt man zahlreiche Theile der Maschinen aus Holz; und derselbe Fall, d. h. die Vereinigung von Holz und Metall an einem und demselben Gebrauchsgegenstande, wiederholt sich in mannigfacher Weise bei verschiedenen anderen Zweigen unserer Gewerbsthätigkeit. Wenn ich, von dieser Erkenntniss ausgehend, mich entschloss, meiner „Verarbeitung der Metalle auf mechanischem Wege“ eine „Verarbeitung des Holzes“ anzureihen, so wird es der Leser erklärlich finden, dass ich hinsichtlich der Anordnung des Stoffs nach möglichster Uebereinstimmung mit jenem erstern Werke strebte, ja nicht selten Bezug auf dasselbe nahm. Trotzdem bildet die „Verarbeitung des Holzes“ ein selbstständiges Ganze, auch für Solche brauchbar, denen eine metallurgische Thätigkeit ferner liegt; und ich bin bemüht gewesen, eine Ausdrucksweise zu wählen, welche auch einem weiteren Kreise von Lesern eine Benutzung des Buchs ermöglicht.

Möchte der „Verarbeitung des Holzes“ dasselbe freundliche Wohlwollen zu Theil werden, welches meiner „Verarbeitung der Metalle“ bereits in so reichem Maasse entgegengebracht wurde.

Freiberg in Sachsen, im März 1881.

A. Ledebur.

INHALTSVERZEICHNISS.

Erster Theil.

Die Eigenschaften des Holzes und die Methoden der Verarbeitung desselben.

Erster Abschnitt.

Zweiter Abschnitt.

Dritter Abschnitt.

Vierter Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Zweiter Theil.

Specielle Beispiele der Holzverarbeitung.

EINLEITUNG.

Die Benutzung des Holzes ist so alt als der menschliche Gewerbefleiss überhaupt. Der Umstand, dass es von der Natur als fertiges Material für die Herstellung von Gebrauchsgegenständen geliefert wird, während die meisten Metalle erst durch verwickelte chemische Processe aus ihren natürlich vorkommenden Verbindungen abgeschieden werden müssen; die Thatsache, dass das Holz durch einen natürlichen chemischen Vorgang alljährlich aus den Bestandtheilen der Luft und des Bodens neu gebildet wird, ja dass in früherer Zeit, wo die Bevölkerung der Erde dünner war und mächtige Urwälder weite Landstriche bedeckten, die jetzt der Pflug des Landmanns durchzieht, dieser alljährliche Zuwachs das Bedürfniss der Menschen weit überstieg; die Festigkeit und Zähigkeit des Holzes neben seiner Schneidbarkeit und Spaltbarkeit — alles dieses musste schon die rohesten Naturvölker darauf hinweisen, das Holz zur Herstellung seiner Wohnungen, zur Anfertigung von Geräthen für häusliche Bedürfnisse wie für Krieg und Vertheidigung zu benutzen; und wenn dem Holze zwei für die Benutzung der Metalle wichtige Eigenschaften derselben, die Schmelzbarkeit und Schmiedbarkeit abgehen, so besitzt doch gerade in den Anfängen des Culturlebens der Völker der Mangel dieser Eigenschaften geringere Bedeutung, da die oben erwähnte leichtere Theilbarkeit des Holzes ihm einen um so grösseren Vorzug vor den schwieriger theilbaren Steinen oder Metallen verleiht, je unvollkommener die Hülfsmittel für die Verarbeitung noch sind.

Anders ist es jetzt. Für viele frühere Verwendungen ist das Holz durch andere Stoffe ersetzt worden; aber trotzdem ist sein Werth von Jahr zu Jahr gestiegen. Denn für zahlreiche Zwecke ist es vermöge seiner Eigenschaften, wohin vor Allem sein geringes specifisches Gewicht und seine geringe Wärmeleitungsfähigkeit gehören, unersetzlich geblieben; das Menschengeschlecht aber hat sich von Jahr zu Jahr vermehrt, hat — oft mit unvernünftiger Planlosigkeit — die Riesen der

Urwälder gefällt, um seine Wohnstätten und Aecker an deren Stelle zu setzen, und somit selbst der schaffenden Natur die Möglichkeit genommen, den Verbrauch zu ersetzen. Erst die Neuzeit hat Besserung in dieser Beziehung geschaffen. Nicht allein der zunehmende Mangel an Holz, auch die Erkenntniss der klimatischen Einflüsse des Waldes haben die Regierungen vermocht, einer regelmässigen Forstcultur, ja selbst einer Wiederanpflanzung der zerstörten Wälder ihr Augenmerk zuzuwenden; und ein Erfolg dieser Bestrebungen ist für unser wirthschaftliches Leben um so wichtiger, da mit der vorläufig noch fortschreitenden Ausrottung der Wälder fremder Erdtheile auch diese Bezugsquelle immer spärlicher fliessen dürfte.

Erster Theil.

Die Eigenschaften des Holzes und die Methoden der Verarbeitung desselben.

Erster Abschnitt.

Allgemeines.

I. Das Holz, seine Arten und Gewerbseigenschaften.

1. Bau des Holzes.

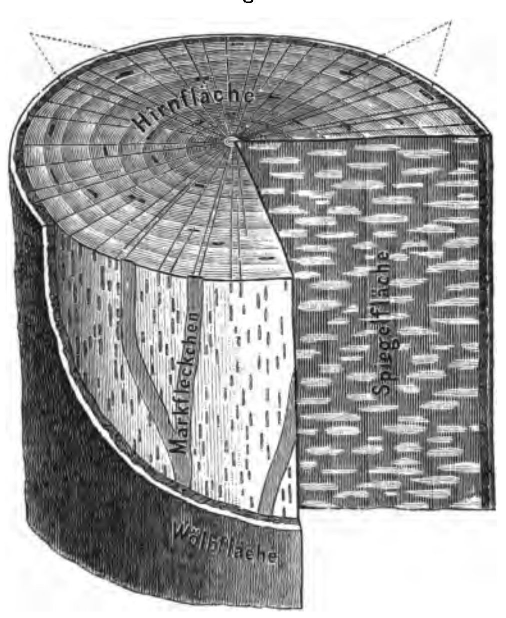
Aus den von der lebenden Pflanze eingeathmeten Bestandtheilen der atmosphärischen Luft gemeinschaftlich mit den aufgesaugten Bestandtheilen des Erdbodens bildet sich — in der warmen Jahreszeit rascher als in der kalten — unterhalb der Rinde der Pflanze eine Schicht mikroskopisch kleiner Zellen, länglich geformt und mit dünnen Wandungen; diese Schicht heisst das Cambium und ist durch grossen Saftreichthum und geringe Festigkeit gekennzeichnet. Die Wandung dieser frisch gebildeten Zellen besteht aus Cellulose $C_6H_{10}O_5$ nebst geringen Mengen anorganischer Körper und Wasser; sie sind gefüllt mit einer zähflüssigen oder wachsartigen Substanz, vorwiegend aus Eiweisskörpern bestehend, dem Protoplasma; und einer durchsichtigen Flüssigkeit, dem Zellsafte. Unter der fortgesetzten Lebensthätigkeit der Pflanze wachsen einzelne der Zellen, spalten sich und bilden neue Zellen; andere, und zwar die nach dem Umfange hin befindlichen, verwandeln sich durch Verdunstung des Zellsaftes in Bast und Rinde; ein dritter Theil endlich, und dieser ist es, der uns vorzugsweise interessirt, bildet an der nach innen befindlichen Seite der Cambiumschicht das Holz, indem anfänglich

das Protoplasma, später auch der Zellsaft unter Verdickung der Zellwände und theilweiser chemischer Veränderung derselben (Umwandlung in Holzsubstanz, Harze, Farbstoffe etc.) verschwindet und somit ein Gewebe hohler, mit Luft und Zellsaftresten gefüllter Zellen zurücklässt.

Schon für das unbewaffnete Auge ist es jedoch bei Betrachtung des Holzgefüges deutlich erkennbar, dass diese Zellen nicht sämmtlich übereinstimmend geformt und angeordnet sein können. In der Achse eines durchgeschnittenen Baumstammes, Fig. 1 [1]), bemerkt man eine Anhäufung



Fig. 1.



eines lockeren Zellengewebes, das **Mark** der Pflanze, bei einzelnen Pflanzenarten stärker ausgebildet als bei anderen, in älteren Bäumen oft ganz verschwindend und einen röhrenförmigen Raum zurücklassend. Von dem Marke aus radial durch die Holzmasse hindurch bis zur Rinde des Baumes laufen dünne, schwach glänzende Bändchen, **Markstrahlen** oder **Spiegelfasern**. Auf dem Querschnitte des Holzes erscheinen sie als radiale Linien, auf dem radial geführten Längenschnitte als Bänder, auf dem tangential oder sehnenartig geführten Längenschnitte als kürzere oder längere gerade Linien. Die Anzahl und die Abmessungen derselben zeigen bei verschiedenen Baumgattungen grosse Abweichungen; im All-

---

[1]) Aus Nördlinger, 50 Querschnitte der in Deutschland wachsenden Hölzer. Stuttgart und Augsburg, 1858.

gemeinen schwankt die Stärkeabmessung derselben von 0,015 mm (bei welcher Stärke sie nur noch mit starker Lupe erkennbar sind) bis 0,6 mm, die Höhe (in der Längenrichtung des Stammes) von 0,2 bis 300 mm. Ausser diesen sogenannten primären oder grossen Markstrahlen, welche sämmtlich durch die ganze Holzmasse hindurchziehen, bemerkt man noch kürzere, übrigens ganz gleiche Markstrahlen, innerhalb der Holzmasse selbst beginnend und ebenfalls bis zur Rinde verlaufend, die sekundären oder kleinen Markstrahlen.

Verwandt mit den Markstrahlen sind die bei einzelnen Holzgattungen (Birke, Erle, Vogelbeere u. a.) auftretenden Markfleckchen, auf der Querschnittfläche als kurze concentrische Linien, auf der Tangentialfläche als vielfach verzweigte schmale Bändchen erscheinend (vergl. Fig. 1).

Die eigentliche Holzmasse ist in verschiedene, bei den meisten Hölzern deutlich erkennbare concentrische Lagen, die Jahresringe eingetheilt. Jeder der Jahresringe entspricht der innerhalb eines Jahres stattgehabten Zunahme der Holzmasse. Je rascher der Baum wächst, desto breiter werden die Jahresringe ausfallen, aber desto dünnwandiger die einzelnen Zellen derselben wegen des grösseren Saftreichthums; da nun aber das Wachsthum der meisten Bäume in den einzelnen Jahreszeiten verschieden, im Frühjahr und Sommer kräftiger als im Herbste und Winter zu sein pflegt, so bleiben die im Frühjahr und Sommer gebildeten Zellen bei diesen Bäumen auch deutlich unterscheidbar von den darunter liegenden Herbst- und Winterzellen und solcherart entstehen eben die Jahresringe. Es folgt hieraus, dass die letzteren um so weniger deutlich erkennbar sein werden, je geringer der Unterschied des Wachsthums der Bäume in den einzelnen Jahreszeiten ist. Andererseits ist aber auch bei einzelnen Bäumen die Zunahme nicht in allen Jahren die gleiche, sondern von Witterungsverhältnissen und äusseren Einflüssen abhängig; ja selbst innerhalb eines und desselben Jahres ist die Zellenbildung an einzelnen Stellen des Baumes stärker, an anderen schwächer, an der nach Süden gerichteten Seite eines freistehenden oder an der nach aussen gerichteten Seite eines am Waldrande, an einem Gebäude oder dergl. stehenden Baumes in Folge der freieren Einwirkung von Sonne und Luft kräftiger, als an der entgegengesetzten Seite; so erklärt es sich, dass nicht allein die auf einander folgenden Jahresringe desselben Baumes unter einander oft sehr abweichende Stärke besitzen, sondern dass auch jeder einzelne derselben ziemlich unregelmässig geformt sein kann.

Die Dichtigkeit und Festigkeit der Holzmasse nimmt, wie sich aus den früher geschilderten Vorgängen bei der Holzbildung ergiebt, mit dem Alter der Holzzellen, also auf dem Querschnitte eines Baumes von aussen nach innen zu. Das ältere, aus der Mitte des Stammes entnommene Holz, welches sich ausserdem durch grössere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse und dunklere Farbe vor dem jüngeren Holze auszuzeichnen pflegt, nennt man Kernholz oder das Herz; das jüngere

Holz von dem Umfange des Baumes, aus den zuletzt gebildeten Jahresringen bestehend, heisst Splintholz oder Splint.

Der äusserste Jahresring des Baumes ist durch die oben erwähnte Cambiumschicht von dem Baste getrennt; und diese Cambiumschicht ermöglicht bei ihrer eigenen geringen Festigkeit ein leichtes Abtrennen des Bastes vom Holze; endlich erscheint als äusserstes Glied über dem Baste, und zwar als Umwandlungsproduct desselben, die Rinde.

Man nennt die rechtwinkelig zur Achse gerichtete Schnittfläche (vergl. Fig. 1) Hirnfläche und das in solcher Weise geschnittene Holz Hirnholz; eine radial gerichtete Schnittfläche heisst Spiegelfläche, das durch eine solche Schnittfläche getrennte Holz Spiegelholz und die auf der Spiegelfläche als glänzende Streifen erscheinenden Markstrahlen heissen Spiegel; endlich eine tangential gegen die Jahresringe gelegte Schnittfläche Tangentialfläche. Allgemein unterscheidet man Langholz, d. h. Holzstücke, deren Längenabmessung in der Längenrichtung des Baumes liegt, und Querholz, bei welchem das entgegengesetzte Verhältniss obwaltet. Da die Jahresringe des Baumes auf der Spiegelfläche sowohl als auf der Tangentialfläche durch mehr oder minder parallele wellen- oder aderförmige Linien begrenzt erscheinen, so nennt man alles durch solche Schnittflächen getrennte Holz auch wohl Aderholz. Wenn, wie z. B. in den Wurzeln, untersten Theilen

Fig. 2.

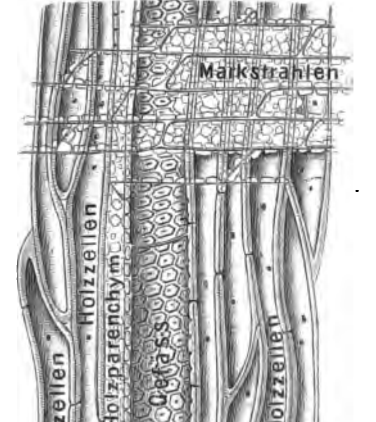
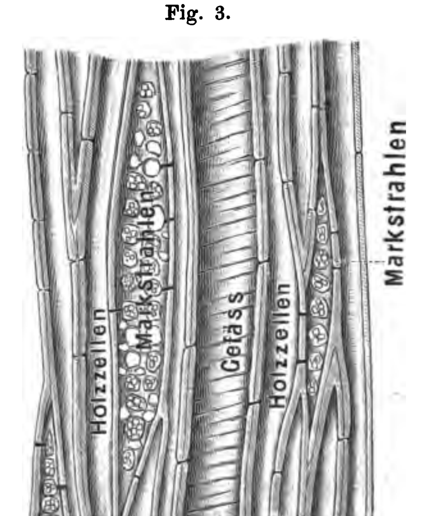


Fig. 3.

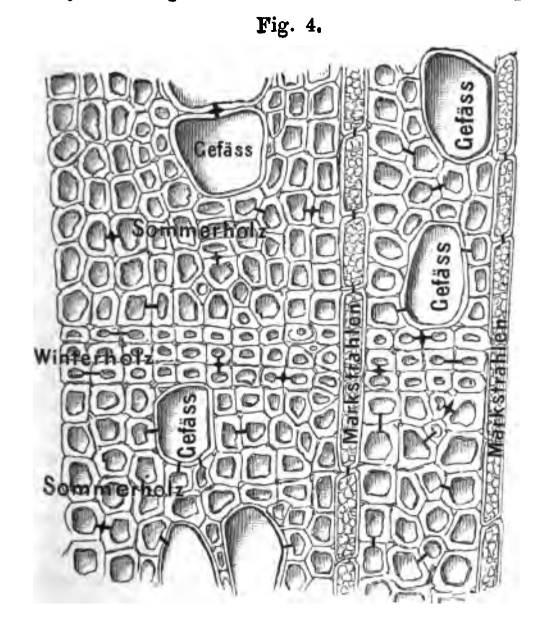


der Stämme und in knorrigen Stammauswüchsen diese durch die durchschnittenen Jahresringe gebildeten Linien mannigfach durchworren erscheinen, so entsteht das für manche Verwendungen beliebte Maserholz.

Die mikroskopische Untersuchung des Holzgefüges lässt einzelne bestimmte Formen des Zellengewebes erkennen. Zur Erläuterung mögen die Abbildungen 2, 3 und 4 dienen [1], eine Spiegelholzfläche (Radialschnitt), eine Tangentialschnittfläche und eine Hirnholzfläche des Ahorns in 300 maliger Vergrösserung darstellend.

a. *Die eigentlichen Holzzellen*, lange hohle Fasern, parallel der Längsrichtung des Baumes verlaufend, mit prismatischem Querschnitte, 0,01 bis 0,035 mm im Durchmesser, bis 5 mm lang, an den Enden spitz zulaufend. Dieselben bilden den Hauptbestandtheil der eigentlichen Holzmasse. In Fig. 4 sind die Zellen des Winterholzes durch ihre kleineren Durchmesser, ihre grössere Wandstärke und ihre plattgedrücktere Form deutlich von denen des Sommerholzes unterschieden; wie schon oben erläutert wurde, entstehen in Folge dieser Verschiedenheit die Jahresringe. Die benachbarten Zellen sind mit einander durch feine Querkanälchen — Tüpfel genannt — verbunden; mitunter — und zwar vorwiegend bei Nadelhölzern — erweitern sich dieselben innerhalb der Zellwand zu einem linsenförmigen Hohlraume — dem Hofe — und heissen dann behöfte Tüpfel. Die einfachen wie die behöften Tüpfel sind in den Abbildungen erkennbar; letztere noch deutlicher in Fig. 5 (a. f. S.), das Spiegelholz einer Fichte darstellend. Holzzellen, in welchen die behöften Tüpfel verhältnissmässig selten auftreten, heissen Libriformzellen oder bastfaserartige Holzzellen; solche, in welchen die behöften Tüpfel vorwiegen und die sich von den ersteren ausserdem durch grösseren Durchmesser und geringere Wandstärke auszuzeichnen pflegen, heissen Tüpfelzellen oder Tracheïden. In dem Holze der Laubbäume wiegen die ersteren vor, während sie in demjenigen der Nadelbäume vollständig fehlen.

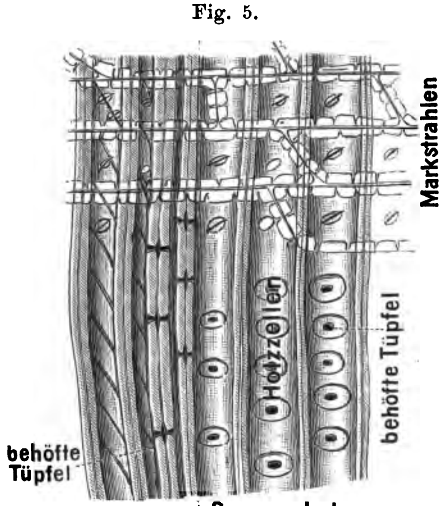
Fig. 4.



[1]) Aus Karmarsch-Heeren technisches Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. IV, S. 361.

b. *Die Gefässe oder Poren.* Sie sind den eigentlichen Holzzellen ähnlich und laufen mit ihnen parallel, sind aber weiter im Durchmesser (bis 0,3 mm), so dass sie häufig schon mit unbewaffnetem Auge deutlich erkennbar werden können, und sehr lang, so dass sie röhrenartig im Holze hinaufziehen. Sie treten nur in den Laubholzbäumen auf und fehlen gänzlich in den Nadelholzbäumen; ihr Entstehen verdanken sie dem energischen Aufsteigen des Saftes im Frühjahre — sie erscheinen deshalb vorwiegend in dem Frühjahrsholze des Baumes — wobei die Querwände der ursprünglich gebildeten Holzzellen aufgelöst oder zerrissen wurden, so dass eine Röhre entstand, innerhalb welcher die Reste der zerstörten Zellwände mit dem Mikroskope oft noch deutlich erkennbar sind (Fig. 3). Die Wände der Gefässe sind häufig an der Innenseite mit spiralig laufenden Verdickungen und stets reichlich mit behöften Tüpfeln versehen, so dass sie durch die letzteren mitunter ein gemustertes Aussehen erhalten (Fig. 2), welches, da die Form der Höfe bei jeder Baumart abweichend ist (polygonal, rund, rechteckig etc.) ein charakteristisches Merkmal für die einzelnen Holzarten bilden kann.

Fig. 5.



c. *Die parenchymatischen Bestandtheile.* Es sind dieses kurze, dünnwandige, prismatische oder cylindrische Zellen, einfach getüpfelt (ohne Höfe) und unter sich zu einem Gewebe vereinigt. Sie erscheinen an drei verschiedenen Stellen des Holzes, und zwar:

1) als Holzparenchym zerstreut zwischen den Holzzellen auftretend (Fig. 2);

2) als Mark in der Mitte des Baumes;

3) als radial verlaufende, das Zellensystem durchsetzende Markstrahlen. Dieselben sind in Fig. 2 bis 5 deutlich erkennbar. Besonders charakteristische Formen besitzen die Zellen der Markstrahlen vieler Nadelholzbäume; beispielsweise sind in Fig. 6 diejenigen der Tanne, in Fig. 7 diejenigen der Fichte für sich abgebildet [1]).

---

[1]) Aus Karmarsch-Heeren technisches Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. IV, S. 366.

Ausser diesen unter a. bis c. beschriebenen Zellenformen bemerkt man in manchen Nadelhölzern, z. B. sehr deutlich im Kiefernholze, noch

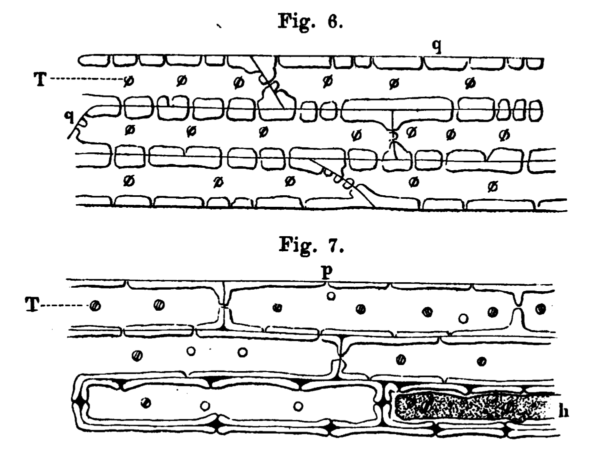


Fig. 6.

Fig. 7.

sogenannte Harzgänge, d. h. Zwischenräume zwischen benachbarten Holzzellen, durch das Auseinanderweichen derselben entstanden, welche mit Harzsubstanz gefüllt sind.

2. Eintheilung und Unterscheidungsmerkmale des Holzes.

Ihrem Ursprunge zufolge kann man die zahlreichen Holzarten in drei Hauptgattungen eintheilen.

a. Laubhölzer.

Dieselben zeigen unter dem Mikroskope deutlich erkennbare Gefässe. Besonders gefässreich sind die Rothbuche, Ulme; gefässarm Ahorn, Esche, Oelbaum. Dass das verschiedene Aeussere der Gefässwände, wie es durch die verschiedenartige Tüpfelung hervorgerufen wird, bei mikroskopischer Untersuchung ein deutliches Unterscheidungsmerkmal bilden kann, wurde schon erwähnt. Sämmtliche Arten besitzen Markstrahlen, theils deutlich auf dem Hirnholze dem unbewaffneten Auge sichtbar, theils weniger deutlich oder nur unter dem Mikroskope erkenntlich. Sehr deutliche Markstrahlen (0,3 mm stark) neben zahlreichen mikroskopisch feinen besitzt die Eiche, die Rothbuche; weniger deutliche (circa 0,15 mm stark): Esche, Ahorn, Sauerdorn; nur mikroskopisch feine Markstrahlen die Ulme, der Apfelbaum, der Ahorn. Auch die Höhe der Markstrahlen (auf dem Spiegelholze) bietet wichtige Unterscheidungsmerkmale; hohe Spiegel (über 160 mm) besitzt die Waldrebe; 50 mm hohe die Stieleiche; 5 mm hohe die Buche und Linde; 2 mm hohe der

Pflaumenbaum; 1 mm hohe der Ahorn, die Kornelkirsche, Ulme u. a.; 0,5 mm hohe die Esche, Pappel, Weide, Rosskastanie, Birke; 0,2 mm hohe der Buchsbaum und Weissdorn.

b. Nadelhölzer.

Die Gefässe fehlen, die Holzzellen zeichnen sich durch grössere Durchmesser, geringe Wandstärke und die Anwesenheit einer grossen Zahl behöfter Tüpfel (daher Tüpfelzellen, vergl. Seite 7) vor denen des Laubholzes aus. Sehr weitzellig (Durchmesser circa 0,05 mm) sind die Kiefer, Fichte, Tanne, Lärche; schmalzellig (Durchmesser circa 0,02 mm) die Eibe, Ceder, der Wachholder. Die Markstrahlen sind nur circa 0,022 mm dick und deshalb allein dem bewaffneten Auge kenntlich, zeigen hier aber charakteristische Formen (Fig. 6 und 7 a. v. S.). Auch die schon erwähnten Harzgänge bilden für manche Sorten Nadelholz wichtige Erkennungsmerkmale; nicht vorhanden sind sie bei der Cypresse und dem Taxus.

c. Palmen und Farren.

Jahresringe und Markstrahlen fehlen.

3. Gewerbseigenschaften des Holzes [1]).

a. Chemische Zusammensetzung und Wassergehalt.

Der oben geschilderten Entstehung des Holzes zufolge besteht dasselbe aus Cellulose, Holzsubstanz, Zellsaft, Harzen, Farbstoffen, Gerbstoff, Stärke etc. Beim künstlichen Trocknen des Holzes in einer Temperatur von 140° C. wird allmälig der Wassergehalt des Zellsaftes verflüchtigt und es hinterbleibt „trocknes Holz“, welches bei verschiedenen Holzsorten folgende Zusammensetzung besitzt [2]):

bei der	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Asche
Buche . .	49,9	6,0	43,1	0,9	1,2
Eiche . .	50,6	6,0	42,0	1,3	2,0
Birke . .	50,6	6,2	42,0	1,1	0,8
Zitterespe	50,3	6,3	42,4	1,0	1,8
Weide . .	51,7	6,2	41,1	1,0	3,6

[1]) Ueber Gewerbseigenschaften und Arbeitseigenschaften vergl. des Verfassers „Verarbeitung der Metalle“, S. 19.

[2]) Nach H. Chevandier, Annales de Physique et de Chimie, 3. série t. X.

Durchschnittlich also in 100 Gewichtstheilen trockenen Holzes:

Kohlenstoff	49,7
Wasserstoff	6,0
Sauerstoff	41,3
Stickstoff	1,1
Asche	1,9
	100,0

Der Aschengehalt ist am stärksten in den Wurzeln und Blättern, während er im eigentlichen Holze selten über 1 Proc. steigt.

Der Wassergehalt des frisch gefällten Holzes ist nicht nur bei verschiedenen Holzarten, sondern auch in verschiedenen Jahreszeiten verschieden; doch stimmen die über den Einfluss der Jahreszeit auf den Saftgehalt der Bäume angestellten Ermittelungen nicht überein. Während nach früheren Versuchen von Schübler und Neuffer[1]) der Wassergehalt im April circa 10 Proc. höher als im December oder Januar ist, fand Hartig umgekehrt den grössten Wassergehalt der in Deutschland wachsenden Hölzer im Januar und Februar, den geringsten bei einigen Bäumen im März und April, bei anderen im November, im Ganzen aber nur eine Differenz in den verschiedenen Monaten von nicht über 7 Proc. Als durchschnittliche Werthe für den Wassergehalt frisch gefällten älteren Holzes kann man folgende Ziffern annehmen:

Hainbuche	enthält	19	Proc.	Wasser
Ahorn	„	27	„	„
Esche	„	29	„	„
Birke	„	31	„	„
Steineiche	„	35	„	„
Weisstanne	„	37	„	„
Buche	„	40	„	„
Kiefer	„	40	„	„
Erle	„	42	„	„
Fichte	„	45	„	„
Linde	„	47	„	„
Lärche	„	49	„	„
Schwarzpappel	„	52	„	„

Bei jüngeren Bäumen ist der Wassergehalt beträchtlicher und steigt z. B. nach Hartig's Versuchen in 16jährigen Nadelhölzern bis auf 60 Proc.

Durch längeres Lagern des von seiner Rinde befreiten Holzes an der freien Luft wird ein beträchtlicher Theil des Wassergehaltes verflüchtigt (lufttrockenes Holz); immerhin bleiben auch im vollständig

---

[1]) Schubarth, Handbuch der technischen Chemie und chemischen Technologie, 4. Aufl. Berlin 1851, Band 3.

lufttrockenen Holze, welches im gespaltenen Zustande zwei Jahre hindurch unter Dach den Einflüssen der Luft ausgesetzt worden war, mindestens noch 16 Proc., gewöhnlich 17 bis 20 Proc. Wasser zurück, welche sich demselben nur durch künstliche Trocknung bei circa 125° C. entziehen lassen. Künstlich getrocknetes Holz, der Luft ausgesetzt, nimmt jedoch ziemlich rasch fast ebenso viel Wasser wieder auf, als ihm in der höheren Temperatur entzogen worden war, sofern es nicht durch künstliche Mittel (Ueberzüge etc.) gegen diese Wiederaufnahme geschützt wird.

Bei 150° C. beginnt bereits die Zersetzung des Holzes.

b. Specifisches Gewicht.

Dasselbe ist, wie leicht erklärlich, grösser beim frisch gefällten als beim trockenen Holze; grösser bei Bäumen mit dichten Zellen und wenig Poren als bei solchen mit lockerer Holzmasse oder von Poren durchsetzt; grösser beim Kernholze als beim Splinte. Ebenso ist der Boden und Standort des Baumes von nicht geringem Einflusse auf das specifische Gewicht. Es folgt hieraus, dass auch bei derselben Baumgattung sich ziemlich bedeutende Abweichungen in dem specifischen Gewichte zeigen können, wie die unten stehende Tabelle beweist. Die eigentliche Holzsubstanz an und für sich ist stets schwerer als Wasser und demnach sinkt Holz, welches vollständig mit Wasser durchtränkt ist, im Wasser unter; aber der Luftreichthum der Zellen verringert das specifische Gewicht in einem Maasse, dass, wie bekannt, das gewöhnliche Holz der meisten Bäume auf dem Wasser schwimmt.

Name der Holzart	Specifische Gewichte der Holzarten nach Karmarsch.					
	Frisch (grün)		Lufttrocken		völlig getrocknet	völlig durchnässt
	Grenzen	Mittelzahl	Grenzen	Mittelzahl		
Ahorn	0,830—1,050	0,940	0,530—0,810	0,670	0,612—0,686	1,098—1,172
Akazie (Robinia) . .	0,750—1,000	0,875	0,580—0,850	0,715	—	—
Apfelbaum	0,950—1,260	1,105	0,660—0,840	0,750	0,674	1,130
Birke	0,800—1,090	0,945	0,510—0,770	0,640	0,591—0,623	1,090—1,091
Birnbaum	0,960—1,070	1,015	0,646—0,732	0,689	0,648	1,141
Buchsbaum	1,200—1,260	1,230	0,912—1,031	0,971	—	—
Ebenholz, schwarzes	—	—	1,187—1,331	1,259	—	—
Eibenbaum (Taxus) .	0,970—1,100	1,035	0,740—0,940	0,840	—	—
Eiche	0,870—1,280	1,075	0,530—1,030	0,780	0,629—0,750	1,050—1,171
Elsbeere	0,870—1,130	1,000	0,690—0,890	0,790	—	—
Erle	0,610—1,011	0,810	0,420—0,680	0,550	0,423—0,503	1,040—1,021
Esche	0,700—1,140	0,920	0,540—0,940	0,740	0,619—0,700	1,105
Fichte (Rothtanne) .	0,400—1,070	0,735	0,350—0,600	0,475	0,366—0,526	0,761—0,921
Flieder (Syringa) . .	0,970—1,130	1,050	0,920—0,940	0,930	—	—
Föhre (Kiefer) . . .	0,380—1,078	0,729	0,310—0,763	0,536	0,463	0,890
Grenadillholz (braunes)	—	—	0,973	0,973	—	—
Grenadillholz (braun Eisengrenadill) . .	—	—	1,185—1,239	1,212	—	—
Grenadillh. (schwarz Eisengrenadill) . .	—	—	1,283	1,283	—	—
Hartriegel	0,960—1,090	1,025	0,770—0,810	0,790	—	—
Hollunder (Sambucus)	0,720—1,060	0,890	0,530—0,760	0,645	—	—
Jakaranda	—	—	0,908	0,908	—	—
Kirschbaum, Vogelkirsche	0,650—1,050	0,850	0,570—0,780	0,675	—	—
Kirschb., Mahalubkirsche	1,050—1,180	1,115	0,760—0,840	0,800	—	—
Kirschb., Traubenkirsche	1,000	1,000	0,610	0,610	—	—
Königsholz	—	—	0,980—1,069	1,024	—	—
Kornelkirsche . . .	1,010—1,330	1,170	0,880—1,030	0,955	—	—

Name der Holzart	Specifische Gewichte der Holzarten nach Karmarsch					
	Frisch (grün)		Lufttrocken		völlig getrocknet	völlig durchnässt
	Grenzen	Mittelzahl	Grenzen	Mittelzahl		
Kreuzdorn	0,790—1,160	0,975	0,620—0,800	0,710	—	—
Lärche	0,520—1,000	0,760	0,440—0,800	0,620	0,441	—
Linde	0,580—0,878	0,729	0,320—0,604	0,462	0,431—0,588	1,126
Mahagoni	—	—	0,560—1,063	0,811	—	—
Mehlbeerbaum . . .	1,020—1,210	1,115	0,870—1,020	0,945	—	—
Nussbaum	0,910—0,920	0,915	0,650—0,811	0,730	—	—
Pappel	0,610—1,100	0,855.	0,353—0,591	0,472	0,353	1,021
Pflaumenbaum . . .	0,870—1,170	1,020	0,680—0,900	0,790	—	—
Pockholz	—	—	1,170—1,393	1,282	—	—
Rosskastanie	0,760—1,040	0,900	0,520—0,630	0,575	—	—
Rothbuche	0,852—1,120	0,986	0,590—0,852	0,721	0,634—0,762	1,035—1,179
Sauerdorn (Berberis)	1,110	1,110	0,690—0,940	0,815	—	—
Spierlingsbaum . . .	0,920—1,170	1,045	0,730—1,000	0,865	—	—
Spindelbaum	0,690—1,140	0,915	0,590—0,850	0,720	—	—
Tanne (Weisstanne)	0,770—1,230	1,000	0,370—0,746	0,558	0,455—0,505	0,874—0,948
Tikholz	—	—	0,745—0,860	0,802	—	—
Ulme	0,730—1,180	0,955	0,560—0,820	0,690	0,518—0,609	1,123
Vogelbeerbaum . . .	0,810—1,120	0,965	0,570—0,780	0,675	—	—
Wachholder (Juniperus virginiana) . .	1,100	1,100	0,400—0,600	0,500	—	—
Weide	0,670—0,970	0,820	6,392—0,630	0,511	0,501	—
Weissbuche (Heinbuche)	0,920—1,250	1,085	0,620—0,824	0,722	0,691—0,781	1,124
Weissdorn	0,940—1,140	1,040	0,810—0,880	0 845	—	—

c. Farbe.

Dieselbe ist, wie schon erwähnt, gewöhnlich dunkler im Kernholze als im Splintholze desselben Baumes und zeigt übrigens zahlreiche Abstufungen von Gelblichweiss bis Tiefschwarz. Südländische Hölzer besitzen durchschnittlich lebhaftere dunklere Farben als nordische; bei einer und derselben Holzart findet häufig unter dem Einflusse des Lichtes ein allmäliges Nachdunkeln statt (Mahagoniholz).

d. Festigkeit und Elasticität.

Da die Zellen des Holzes in der Längsrichtung desselben zusammenhängende Fasern bilden, welche nur verhältnissmässig lose neben einander liegen, ja im Querschnitte sogar als zahlreiche, neben einander gefügte Röhren erscheinen (vergl. Fig. 4 a. S. 7), so erklärt es sich, dass die Festigkeit des Langholzes bei allen Holzarten diejenige des Querholzes bedeutend überwiegt. Es lässt sich ferner aus dem Gefüge des Holzes die Thatsache folgern, dass, je grösser die Anzahl der Fasern, d. h. Zellen, auf der Flächeneinheit des Querschnitts ist, und je stärker die Zellenwandungen im Verhältnisse zu dem inneren Durchmesser derselben sind, auch um so beträchtlicher die Festigkeit sein wird, und dass aus diesem Grunde gewöhnlich die Festigkeit und das specifische Gewicht der Holzarten — sofern das letztere nicht etwa durch einen aussergewöhnlich grossen Feuchtigkeitsgehalt gesteigert ist — mit einander zu- und abnehmen. Aus demselben Grunde ist nicht allein die Festigkeit einer und derselben Holzart oft sehr verschieden, sondern auch an verschiedenen Stellen desselben Baumes lässt sich eine verschiedene Festigkeit wahrnehmen. Lufttrockenes Holz ist durchschnittlich fester als frisches; die grösste Festigkeit zeigt sich bei durchschnittlich einem Wassergehalte von 10 Proc.; bei fortgesetztem (künstlichem) Trocknen verringert sich die Festigkeit wieder [1]).

Folgende Tabelle, zusammengestellt nach Ermittelungen von Nördlinger, Laves u. A., möge ein ungefähres Bild von der verschiedenen Festigkeit der Holzarten im lufttrockenen Zustande in Kilogrammen per Kubikmillimeter geben.

---

[1]) Versuche von Nördlinger über die Veränderungen der physikalischen Eigenschaften des Holzes durch künstliche Trocknung haben die letztere Beobachtung nicht bestätigt. Vergl. Centralblatt für das gesammte Forstwesen 1879, Heft 6.

	Zerreissungsfestigkeit			Durchbiegungsfestigkeit des Langholzes
	des Langholzes	des Querholzes auf der		
		Spiegelfläche	Tangentialfläche	
Ahorn	2,91—12,87	0,52—0,72	0,37—0,61	7,76—10,90
Birke	3,14— 6,48	0,82	1,06	6,5 —10,27
Birnbaum	6,91— 7,58	—	—	6,9
Eiche	2,23—14,53	0,51—0,61	0,34—0,45	4,83—12,19
Erle	3,14— 4,60	0,33	0,17	6,7 —10
Esche	5,22— 7,16	0,22	0,42	7,05—10,25
Espe	3,38— 8,14	0,17	0,41	7,76— 8,66
Fichte	7,47— 8,68	—	—	6,89— 8,00
Föhre	1,44—12,79	0,32—0,40	0,15—0,24	4,43— 5,97
Linde	9,45	—	—	7,47— 8,02
Nussbaum	9,69	—	—	6,16
Rothbuche	1,11— 6,64	0,79—1,22	0,68—0,97	6,56— 8,56
Tanne	1,11— 5,54	0,13—0,31	0,12—0,41	4,55— 6,19
Weissbuche	2,74— 3,16	1,01	0,61	14,0

Die Elasticität der Hölzer, d. h. die Eigenschaft, Formveränderungen, unter dem Einflusse äusserer Kräfte hervorgebracht, wieder aufzuheben, sobald jene Kräfte aufhören, pflegt ziemlich beträchtlich und im Wesentlichen von denselben Umständen als die Festigkeit beeinflusst zu sein. Je schmaler und gleichmässiger die Jahresringe einer und derselben Holzart sind, desto grösser pflegt die Elasticität zu sein; interessant ist in dieser Beziehung die Thatsache, dass das für Resonanzböden geeignete Fichtenholz nur an bestimmte Vorkommnisse gebunden ist. Berühmt sind als Material für dieselben die 200- bis 400jährigen Fichten des Böhmerwaldes mit schmalen gleichmässigen Jahresringen.

e. Härte.

Man versteht unter Härte die Grösse des Widerstandes, welchen ein Körper dem Eindringen eines anderen zwischen seine Moleküle — eines Werkzeugs für die Bearbeitung — entgegensetzt. Wenn demnach die Härte des Holzes einestheils als Arbeitseigenschaft bei den Trennungsarbeiten erscheint — die Bearbeitung wird durch die Härte erschwert —

so bildet sie andererseits doch auch eine nicht unwichtige Gewerbseigenschaft, insofern mit der Härte die Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Abnutzung gleichbedeutend ist oder doch ab- und zunimmt. Wie die übrigen Eigenschaften ist auch die Härte nicht nur bei verschiedenen Bäumen derselben Gattung, sondern auch an verschiedenen Stellen desselben Baumes oft erheblich abweichend. So pflegt Kernholz beträchtlich härter als Splintholz, Winterholz härter als Sommerholz zu sein. Allgemein pflegt man die Hölzer in harte und weiche zu theilen; zu den harten gehören die meisten Laubholzbäume, zu den weichen die Nadelholzbäume, Weiden, Linden und Pappeln. Specieller classificirt Nördlinger die Holzarten gemäss ihrem Härtegrade folgendermaassen:

1. Steinhart: Pockholz, Ebenholz.
2. Beinhart: Sauerdorn, Buchsbaum, Heckenkirsche, Syringe.
3. Sehr hart: Mandelbaum, Kornelkirsche, Hartriegel, Weissdorn, Schwarzdorn.
4. Hart: Masholder, eschenblätteriger Spitz- und gemeiner Ahorn, Hainbuche, Wildkirsche, Mehlbeerbaum, Kreuzdorn, Hollunder, Sperberbaum, Eibe.
5. Ziemlich hart: Götterbaum, Esche, Pflaumenbaum, Platane, Akazie, Ulme, Rotheiche.
6. Etwas hart: Silberahorn, Edelkastanie, Rothbuche, Nussbaum, Birnbaum, Apfelbaum, Elsbeere, Stieleiche, Traubeneiche.
7. Weich: Fichte, Tanne, Rosskastanie, Erle, Birke, Haselnuss, Wacholder, Lärche, Föhre, Traubenkirsche, Salweide.
8. Sehr weich: Weymuthskiefer, Pappel, Weide, Linde.

f. Das Schwinden und Quellen sowie die Folgen dieser Eigenschaften.

Wie schon früher besprochen wurde, verliert frisches Holz, welches der Einwirkung trockner Luft bei gewöhnlicher Temperatur ausgesetzt wird, allmälig einen grossen Theil seines Wassergehaltes und fast den ganzen Rest desselben auch dann, wenn künstliche Trocknung, d. h. Trocknung in höherer Temperatur, angewendet wurde; es nimmt aber wieder Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft auf, wenn der Feuchtigkeitsgehalt der letzteren grösser ist als dem jedesmaligen Feuchtigkeitsgehalte des Holzes entspricht. Solcherart ist der Feuchtigkeitsgehalt des getrockneten Holzes einem häufigen Wechsel unterworfen, sofern dasselbe nicht durch schützende Ueberzüge vor erneuter Auf-

nahme von Wasser gesichert ist; frisches Holz aber, dessen Wassergehalt nach Früherem in allen Fällen beträchtlich ist, verliert stets unter gewöhnlichen Verhältnissen einen Theil desselben, bis jener von der herrschenden Temperatur und dem Feuchtigkeitsgrade der umgebenden Luft abhängige Endzustand erreicht ist; es „trocknet aus“ oder „dünstet“.

Mit der Abgabe von Feuchtigkeit ist eine jedesmalige Volumenverringerung des Holzes verbunden, welche Schwinden oder Schwindung genannt wird, mit der Aufnahme von Feuchtigkeit eine Vergrösserung des Volumens, welche man Quellen nennt. Die unter dem wechselnden Feuchtigkeitsgrade solcherart stetig eintretende Aenderung in dem Volumen des Holzes pflegt als das „Arbeiten“ desselben bezeichnet zu werden.

Es ist leicht einleuchtend, dass bei der Verarbeitung und Benutzung des Holzes die Vorgänge des Schwindens und Quellens die sorgfältigste Berücksichtigung erheischen, wenn nicht der aus Holz gefertigte Gebrauchsgegenstand nach kurzer Benutzung seine Brauchbarkeit oder doch seine vollendete Form einbüssen soll; und zahlreiche kleine Ereignisse im alltäglichen Leben lassen sich auf das Schwinden oder das Quellen der von uns benutzten Holzgegenstände zurückführen. Die Folgen dieser Eigenschaft des Holzes sind um so tiefgreifender, als das Schwindmaass, d. h. die auf die Längeneinheit bezogene Verkürzung der Abmessungen in den verschiedenen Richtungen des Holzkörpers (Fasernrichtung, radiale oder Markstrahlenrichtung und peripherale oder Jahresringrichtung) sehr erheblich abweicht. Die Differenz in den Abmessungen frisch gefällten und lufttrocknen Holzes beträgt nämlich durchschnittlich

in der Fasernrichtung $^1/_{10}$ Proc.,
„ „ Richtung der Markstrahlen 5 Proc.,
„ „ „ „ Jahresringe 10 Proc.

Selbstverständlich wird die thatsächlich eintretende Schwindung eines in Verarbeitung oder Benutzung befindlichen Holzgegenstandes um so weiter hinter jenen Ziffern zurückbleiben, je länger das Holz bereits, bevor es in Verarbeitung genommen wurde, Gelegenheit gehabt hatte, Feuchtigkeit abzugeben. Wie verschieden jedoch bei verschiedenen Holzarten die Schwindung ausfallen kann, ergiebt nachfolgende kleine Tabelle [1]):

---

[1]) Nach Karmarsch.

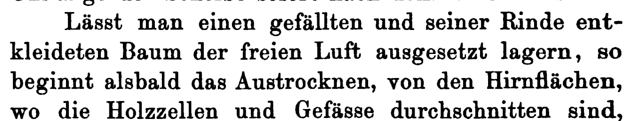
Name der Holzart	Grösse des Schwindens in Proc. für		
	Längenholz	Querholz in der	
		Markstrahlen-richtung	Richtung der Jahresringe
Ahorn	0,062—0,200	2,0—5,4	4,13—7,3
Birnbaum	2,228	2,9—3,94	5,5—12,7
Buche (Rothbuche)	0,20—0,34	2,3—6,0	5,0—10,4
Eiche	0,028—0,435	1,1—7,5	2,5—10,6
Esche	0,187—0,821	0,5—7,8	2,6—11,8
Fichte	0,076	1,1—2,8	2,0—7,3
Föhre	0,008—0,201	0,6—3,8	2,0—6,8
Lärche	0,013—0,288	0,3—7,3	1,4—7,1
Mahagoni	0,110	1,09	1,79
Nussbaum	0,223	2,6—8,2	4,0—17,6
Pappel	0,068—0,62	1,2—4,2	2,8—9,8
Tanne	0,086—0,122	1,7—4,82	4,1—8,13
Ulme	0,014—0,63	1,2—4,6	2,7—8,5
Weissbuche	0,210—1,50	4,3—6,82	6,2—11,1

Es ergiebt sich hieraus, dass das Mahagoniholz unter fast allen Holzsorten das durchschnittlich kleinste Schwindmaass besitzt, eine Eigenschaft, welche nicht zum geringsten Theile dazu beiträgt, es zu einem anerkannt vorzüglichen Materiale für Tischlerarbeiten zu erheben.

Theils in Folge der erwähnten beträchtlichen Abweichung des Schwindmaasses in den verschiedenen Richtungen des Holzes, theils in Folge des anderen Umstandes, dass, wie oben erörtert wurde, der Wassergehalt des Holzes an verschiedenen Stellen des Baumquerschnittes ungleich, im jungen Holze reichlicher als im Kernholze ist, mithin auch die Schwindung in gleicher Richtung entsprechend dem vorhandenen Wassergehalte an verschiedenen Stellen nicht dasselbe Maass besitzen wird; endlich in Folge der Thatsache, dass die Dünstung naturgemäss von der Oberfläche eines Holzkörpers ausgeht, die Schwindung also auch hier rascher eintritt als in den inneren Theilen, entsteht in dem Holze bei fortschreitender Schwindung (beziehentlich auch beim Quellen) unter dem Einflusse der ungleichen Abnahme (beziehentlich Zunahme) der Abmessungen zunächst Spannung, alsdann ein Reissen oder unter Umständen Werfen (Verziehen) des Holzes. Jene Spannung ist sogar an dem lebenden Baume erkennbar, dessen äussere Gefässe mit Saft

erfüllt sind, während das Kernholz saftärmer ist. Schneidet man aus demselben durch zwei normal gegen die Faserrichtung geführte Schnitte eine Scheibe Hirnholz aus und führt nun radial einen Sägeschnitt bis zum Mittelpunkte (Fig. 8), so ist durch den Druck, den die äusseren Schichten ausüben, nicht nur das Herausziehen der Säge erschwert, sondern der Spalt schliesst sich am Umfange der Scheibe sofort nach dem Herausziehen.

Fig. 8.



Lässt man einen gefällten und seiner Rinde entkleideten Baum der freien Luft ausgesetzt lagern, so beginnt alsbald das Austrocknen, von den Hirnflächen, wo die Holzzellen und Gefässe durchschnitten sind, ausgehend, sich aber rasch auch über die ganze Oberfläche verbreitend. Die äusseren, ohnehin saftreicheren Theile schwinden rascher, die natürliche Folge davon ist zunächst die Entstehung von Spannungen im Holze, alsdann, sobald die Spannung stärker wird als die Festigkeit, von Rissen, welche, von der Hirnseite anfangend, sich über die ganze Länge des Stammes fortsetzen und radial nach innen verlaufen. Je rascher das Austrocknen vor sich geht, desto stärker und zahlreicher sind die Risse; lässt man deshalb den Stamm lagern, ohne ihn zu entrinden, so lässt sich die Entstehung der Risse vermeiden; aber ein annähernd vollkommenes Austrocknen ist hierbei unmöglich. Man schlägt deshalb — besonders für Bauholz — mitunter einen Mittelweg ein, indem man den Baum nur theilweise entrindet und zwar nach einer schraubengangförmig um den Stamm verlaufenden Linie. Zur grösseren Gleichförmigkeit des Austrocknens muss in allen Fällen der Stamm frei aufliegen; auch beklebt man bisweilen die Hirnflächen mit Papier oder bestreicht sie mit Oelfarbe.

Bohrt man den Baum im frischen Zustande seiner Längenrichtung nach röhrenförmig aus — bei der Anfertigung von Wasserleitungsröhren —, so ist die Schwindung nicht mehr behindert und die Entstehung der Risse vermieden oder doch auf ein unbedeutendes Maass zurückgeführt.

Bei einigermaassen beträchtlicher Länge des Holzes macht sich nun aber auch die verschiedene Längsschwindung des Splints und Kernholzes geltend. Ersterer verkürzt sich stärker, das Holz erhält demgemäss das Bestreben nach aussen sich zu krümmen; diesem Bestreben kann offenbar nur Folge gegeben werden, wenn an den Enden eine Spaltung in Halb- oder Viertelholz stattgefunden hat; so befördert diese Längsschwindung die Ausdehnung jener radialen Längsrisse bis in die Mitte des Baumes, wodurch eine förmliche Spannung desselben an den Enden und ein Aufklaffen der gespaltenen Hälften oder Viertel nach aussen ermöglicht wird.

Diese Vorgänge bleiben zwar im Wesentlichen die nämlichen, treten aber im abgeschwächten Maasse auf, wenn das Holz vor dem Austrocknen in Halbholz (der Länge nach in zwei Theile mit halbkreisförmigen

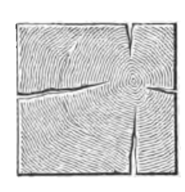
Querschnitten gespaltene Bäume) oder Viertelholz getheilt war. Stets schwindet der Splint stärker in beiden Richtungen; die Schwindung in der Richtung der Jahresringe hat eine Entstehung von Radialrisssen, die Längsschwindung ein Aufbiegen der Enden nach aussen zur Folge; aber der Umstand, dass bei gespaltenem Holze das Kernholz an den Spaltungsflächen gleichermaassen der Dünstung ausgesetzt ist als das Holz an dem Umfange, lässt auch die Schwindung gleichmässiger verlaufen, und die Risse werden deshalb um so weniger zahlreich und tief ausfallen, in je mehr Theile das Holz vor dem Trocknen bereits gespalten war.

Aus ähnlichen Ursachen pflegt auch vierkantig beschlagenes Holz, welchem der Splint und ein grosser Theil des jungen Holzes genommen ist, geringere Neigung zum Reissen und Aufklaffen als geschältes Rundholz zu besitzen. Die Risse entstehen meistens an der flachen Seite, von hier aus radial gegen den Mittelpunkt des Baumes verlaufend, weil hier die Jahresringe nicht oder doch nur in grossen Abständen durchschnitten sind, sich mithin auch nicht zusammenziehen können, ohne zu zerreissen (Fig. 9 und 10).

Fig. 9.



Fig. 10.



Schneidet man von einem noch nicht trocknen Baume eine dünne Scheibe Hirnholz, so biegt sich dieselbe in Folge der stärkeren Schwindung des Umfangs schalenartig hohl, sofern das Holz die ausreichende Zähigkeit besitzt, um dem Reissen zu widerstehen.

Beachtenswerth sind die Folgen des Schwindens, wenn ein Baum durch eine Anzahl paralleler Längsschnitte in ebenso viele einzelne Bretter zertheilt worden ist. Das aus der Mitte genommene Brett besitzt, sofern der Mittelpunkt seines Querschnittes mit demjenigen des Baumquerschnittes zusammenfällt, an beiden breiten Seiten gleich starke Schwindung; aber in der Stärkerichtung schwindet es nach dem Umfange hin beträchtlicher als in der Mitte und aus dem rechtwinkligen Querschnitte wird solcherart ein trapezförmiger oder es entstehen bei beträchtlicher Stärke von den schmalen Flächen aus Radialrisse. Bei allen anderen Brettern aber besteht diejenige breite Seite, welche nach aussen gerichtet ist, aus jüngerem Holze als die dem Kerne zugekehrte; sie wird stärker schwinden als die letztere, das Brett wird die Form einer flachen Rinne annehmen, deren convexe Seite aus dem älteren, deren concave Seite aus dem jüngeren Holze besteht; aber da die Jahresringe eines Baumes an verschiedenen Stellen desselben auch verschiedene Durchmesser besitzen, so wird eine der Achse parallele Schnittebene auch an verschiedenen Stellen verschieden altes Holz freilegen, das älteste

an dem der Wurzel zugekehrten, das jüngste an dem entgegengesetzten Ende; die Folge davon ist, dass jene Krümmung nicht gleichmässig, sondern an einem Ende des Brettes stärker, am anderen schwächer stattfindet; endlich kommt der Umstand hinzu, dass auch die Längsschwindung auf der einen Seite des Brettes stärker als an der anderen ist; solcherart entsteht eine gewundene Form des rinnenförmig aufgebogenen Brettes, es wird windschief oder windisch. Es ist leicht einzusehen, dass das Maass dieser Vorgänge um so beträchtlicher sein wird, je weiter vom Mittelpunkte des Baumes, je näher dem Umfange desselben das Brett entnommen worden war.

Ein windschiefes Brett lässt sich wieder gerade richten, wenn man durch behutsames Anfeuchten (Auflegen auf feuchten Sand u. dergl.) der concaven Seite dieselbe zum Quellen bringt. Findet das Quellen in zu beträchtlichem Maasse statt, so tritt, wie leicht begreiflich, Krümmung nach der entgegengesetzten Seite ein.

In Rücksicht auf diese Eigenschaften des Holzes ist es bei der Verarbeitung desselben zu Gebrauchsgegenständen von grösster Wichtigkeit, solche Mittel in Anwendung zu bringen, durch welche theils das Schwinden auf ein unbedeutendes Maass zurückgeführt, anderentheils die Folgen desselben für die Benutzung des Gebrauchsgegenstandes möglichst unschädlich gemacht werden. Die hierher gehörigen Mittel sind im Wesentlichen folgende:

1. *Gleichmässige Austrocknung des Holzes vor der Verarbeitung.* Die Gleichmässigkeit der Austrocknung wird, wo die Verwendung desselben es zulässt, durch zweckmässige Zertheilung im frischen Zustande (am wirksamsten durch Zerschneiden in Bretter) in hohem Grade befördert. Selbstverständlich muss in diesem Falle zur Erreichung des Zweckes das zerschnittene Holz in einer Weise gelagert werden, dass auch die Schnittflächen ausdunsten können; deshalb trennt man z. B. Bretter durch Klötzchen, welche an den Enden dazwischen gelegt werden und stellt sie, wo es angeht, aufrecht oder doch so, dass die Schnittflächen senkrecht stehen. Solcherart lässt sich die Entstehung von Rissen ziemlich vollständig vermeiden; lässt aber die Art der Verwendung des Holzes eine Theilung nicht zu, so müssen mit um so grösserer Sorgfalt die theilweise schon oben erwähnten Mittel für die grössere Gleichmässigkeit des Austrocknens in Anwendung gebracht werden: theilweises Entrinden des Baumes nach einer Schraubenlinie (Ringeln genannt), Bekleben der Hirnflächen mit Papier oder Bestreichen mit Oelfarbe; freie Auflagerung auf geeigneten Unterlagen und öfteres Umlegen; wo es angeht, Trocknen in stehender Lage. Ein bisweilen angewendetes Mittel zur Verhütung von Rissen ist das Austrocknen auf dem Stamme vor dem Fällen; der Stamm wird im Frühjahre beim Beginne des Treibens entrindet, die Aeste und Blätter aber unverletzt gelassen; während des Sommers trocknet solcherart der Baum aus, stirbt allmälig ab und wird im Herbste gefällt.

Da jedoch, wie schon oben erwähnt wurde, ein Austrocknen des Holzes bis zum völlig lufttrockenen Zustande auch im zerschnittenen Zustande eine lange Spanne Zeit — mehrere Jahre — beansprucht, so unterstützt man in solchen Fällen, wo es entweder auf rasche oder auch auf sehr vollständige Trocknung ankommt, dieselbe durch künstliche Erwärmung in Trockenkammern.

Eine solche Trockenkammer für künstliche Holztrocknung hat gewöhnlich rechteckige Grundfläche von solcher Länge, dass die längsten zu trocknenden Hölzer in derselben Platz finden, 2 bis 3 m Höhe und eben solche Breite. Sie wird aus Ziegelmauerwerk mit gewölbter Decke hergestellt und nur die eine Stirnseite bleibt offen, um nach dem Einbringen des Holzes durch eine eiserne Thür geschlossen zu werden, die gewöhnlich als Flügelthür in Angeln geht und seitlich aufschlägt, sich aber auch, wenn es vor der Kammer an Platz fehlen sollte, als Schiebethür einrichten lässt, die entweder seitlich aufgeschoben oder mit Hülfe einer über eine Rolle geführten Kette mit Gegengewicht zwischen senkrechten Führungsleisten emporgezogen wird. Zweckmässiger, wenn auch etwas kostspieliger als einfache gusseiserne Thüren sind hohle Thüren aus zwei Schichten dünnen Eisenblechs gebildet, welche an den Rändern rings herum durch eingenietetes U-Eisen oder doppelt T-Eisen verbunden sind.

Bei Anlage der Feuerung für die Trockenkammer ist Bedacht zu nehmen, dass die Erwärmung nicht zu rasch erfolge, weil sonst das Holz rissig wird; und dass die Temperatur nicht zu hoch (keinesfalls über 150° C., selten über 100°) steige, damit nicht Zersetzung des Holzes eintrete. Der besonderen Einrichtung der Feuerung zufolge lassen sich die Holztrockenkammern in zwei Gruppen sondern.

Bei den Trockenkammern mit directer Feuerung befindet sich der Rost innerhalb der Kammer selbst an dem der Thür entgegengesetzten Ende, von dem zu trocknenden Holze durch eine ausreichend hohe Wand geschieden, dass die Stichflamme nicht das Holz erreichen kann; die Verbrennungsgase ziehen durch die Kammer hindurch, nehmen dabei allmälig den Wassergehalt des Holzes auf und entweichen schliesslich mit demselben durch einen an der Sohle der Kammer der Feuerung gegenüber befindlichen Fuchs nach der Esse [1]).

Die Trockenkammern mit directer Feuerung gestatten unstreitig eine verhältnissmässig günstige Ausnutzung der Wärme, dürften aber nicht geeignet sein, eine sehr gleichmässige Erwärmung hervorzubringen und besitzen den Uebelstand, dass der Rauch und die von den Gasen mitgerissenen Aschentheilchen ebenfalls durch die Kammern hindurchgeführt werden und sich wenigstens zum Theile auf den dort aufge-

---

[1]) Abbildung einer solchen Kammer: R. Gottgetreu, Baumaterialien, 3. Aufl., 1. Bd., S. 495; ferner Dingler, Polytechnisches Journal Bd. 139, S. 182 (Napier's Trockenkammer).

schichteten Hölzern absetzen. Es ist deshalb dieses System der Trockenkammern weniger für feinere und schon zertheilte, als für gröbere Holzsorten (Bauholz) geeignet.

Nach den Notizen in den a. v. S. citirten Quellen über den Betrieb einer solchen Trockenkammer verdampft man während eines 64 stündigen Heizens mit 625 kg Koks circa 2000 kg Wasser; demnach beziffert sich der Wirkungsgrad der Kammer, d. h. das Verhältniss der nutzbar gemachten Wärme zu derjenigen, welche der aufgewendete Brennstoff bei vollständiger Verbrennung erzeugt haben würde, auf circa 0,30 [1]).

Bei den Trockenkammern mit indirecter Feuerung befindet sich der Rost ausserhalb des Trockenraumes, die Verbrennungsgase werden durch Canäle innerhalb der Sohle und der Wände der Kammer hin und her geführt und heizen solcherart die Kammer von aussen, während das verflüchtigte Wasser durch einen Canal aus der Kammer nach der Esse geführt wird [2]). Staub und Rauch sind demnach in solchen Trockenkammern vollständig ausgeschlossen; die Erwärmung bei zweckmässiger Leitung der Feuerzüge ist eine gleichmässigere als bei directer Heizung; der Wirkungsgrad wird um so günstiger ausfallen, je grössere Oberfläche die Züge darbieten und je dünner die Scheidewände zwischen denselben und dem Innern der Kammer sind. Immerhin dürfte derselbe fast immer sich niedriger beziffern als bei directer Heizung; genauere Ermittelungen hierüber liegen bislang nicht vor.

Statt der Feuerungsgase wird bisweilen überhitzter Dampf zur Heizung der Trockenkammern benutzt, welcher durch gusseiserne Röhren innerhalb derselben hindurchgeführt wird. Auch Luft, welche, in besonderen Erhitzungsapparaten erwärmt, durch ein Gebläse oder durch einfache Essenwirkung in das Innere der Kammer geführt wird und mit dem verdampften Wasser zusammen aus der Kammer entweicht, dient mitunter — und unzweifelhaft mit gutem Erfolge — zum Trocknen des Holzes; der Wirkungsgrad der Kammer aber und somit auch der Brennstoffverbrauch beim Trocknen wird sowohl bei Dampf- als bei Luftheizung im Allgemeinen ungünstiger ausfallen als bei jenem einfacheren Systeme, weil die Wärmeverluste sich hier nicht allein auf die eigentliche Kammer beschränken, sondern auch in den zur Erzeugung und Fortleitung des Dampfes beziehentlich der heissen Luft dienenden Apparaten ebenfalls unvermeidlich sind; und die Anlagekosten einer Trocken-

---

[1]) Die Trockenkammern der Giessereien pflegen dagegen einen Wirkungsgrad nicht erheblich über 0,10 zu besitzen (Verarbeitung der Metalle S. 189). Der Grund hierfür liegt theils darin, dass die zu trocknenden Gussformen verhältnissmässig weniger Oberfläche als das Holz darbieten, theils auch in dem Umstande, dass bei der niedrigeren Temperatur der Holztrockenkammern die Wärmeverluste relativ geringer ausfallen als bei der höheren Temperatur der Giessereitrockenkammern.

[2]) Abbildungen solcher Trockenkammern: Gottgetreu, Baumaterialien, 3. Aufl., S. 492.

kammer mit Dampf- oder Luftheizung sind unleugbar höher als mit gewöhnlicher indirecter Erwärmung, wie sie oben beschrieben wurde.

Innerhalb der Trockenkammern wird das zu trocknende Holz in geeigneter Weise aufgeschichtet, so dass einestheils der vorhandene Rauminhalt der Kammer möglichst vollständig ausgenutzt wird, anderentheils aber die Oberfläche jedes einzelnen zu trocknenden Holzstückes möglichst frei liegt. Die Temperatur wird nun ganz allmälig und erst gegen Ende der Trocknung, welche nach Form und Querschnitt der Hölzer 5 bis 20 Tage zu beanspruchen pflegt, auf das zulässige Maximum (100 bis 150° C.) gesteigert.

In keinem Falle darf die Trocknung bis zur vollständigen Austreibung des Wassergehaltes ausgedehnt werden, wenn das Holz für mechanische Verarbeitung zu Gebrauchsgegenständen tauglich bleiben soll, nicht nur, weil vollständig trockenes Holz allzu begierig Feuchtigkeit wieder aufnimmt, sondern hauptsächlich auch, weil dasselbe brüchiger ist als wasserhaltiges. Man rechnet einen Gehalt von 10 Proc. Feuchtigkeit des Holzes als zulässiges Minimum.

2. *Auslaugen des Holzes vor dem Trocknen.* Es werden hierdurch die in den Zellen zurückgebliebenen stark hygroskopischen Reste des Zellsaftes entfernt; die Eigenschaft des Holzes, Feuchtigkeit aufznnehmen, wird solcherart erheblich abgeschwächt, die Schwindung gleichmässiger. Das einfachste Verfahren hierfür ist ein einfaches Einlegen des — wo es angeht, in Bretter oder Bohlen zerschnittenen, jedenfalls aber von der Rinde befreiten — Holzes in fliessendes Wasser. Eine während mindesten mehrerer Monate fortgesetzte Einwirkung ist erforderlich, um einen bemerkenswerthen Erfolg hervorzubringen; je dicker das Holz ist, desto länger muss natürlich das Auslaugen fortgesetzt werden, und ganze Stämme erfordern deshalb mitunter einen Zeitraum von mehreren Sommern, damit der Zweck erreicht werde.

Wirksamer ist die Anwendung kochenden Wassers zum Auslaugen; immerhin steht aber der Erfolg dieser Methode bei der Verarbeitung grösserer Holzstücke nicht im Verhältnisse zu den Kosten für die erforderlichen Hülfsmittel, und aus diesem Grunde findet dieselbe nur bei Herstellung kleinerer Gegenstände — und auch hier nur verhältnissmässig selten — Benutzung (z. B. für Dachschindeln, beim Wagenbaue u. dergl.).

Weit kräftiger und vollkommener als kochendes Wasser bewirkt Wasserdampf („Dämpfen“ des Holzes) das Auslaugen; und trotz der selbstverständlich nicht ganz einfachen Vorrichtungen für die Ausführung dieses Verfahrens wird dasselbe doch seiner vollkommenen Wirkung halber nicht selten angewendet, wenn es auf grosse Güte des für Holzarbeiten bestimmten Materials ankommt. In einem gewöhnlichen Dampfkessel wird der erforderliche Dampf erzeugt und durch eine Lei-

tung dem Behälter zugeführt, in welchem das Auslaugen vor sich gehen soll. Derselbe besteht aus einem parallelepipedischen Holzkasten, gewöhnlich circa 3,5 m lang, 1,5 breit, 1,8 m hoch [1]), dessen Stirnseiten zum Losnehmen eingerichtet und durch Hanfpackung und Schrauben dampfdicht befestigt sind. Eisenbänder, zum Nachziehen eingerichtet, schliessen den Kasten ein. Derselbe hat eine etwas geneigte Stellung, so dass an dem tiefsten Punkte sich ein Hahn zum Abfliessen des condensirten Wassers befindet, während der Dampf durch einen zweiten Hahn von oben her zugelassen wird. Das Holz wird dicht neben einander, jedoch ohne dass die Flächen sich berühren, Bretter und Bohlen hochkantig, eingebracht, dann der Kasten geschlossen und nun anfangs langsam, dann stärker Dampf zugelassen. Es beginnt alsbald die Lösung des Zellsaftes, wie sich aus dem eigenthümlichen Holzgeruche des abfliessenden Condensationswassers erkennen lässt; nach 12 bis 15 Stunden fängt die Flüssigkeit an, trübe, schleimig zu werden und stösst einen scharfen durchdringenden Geruch aus; diese Kennzeichen einer kräftigen Auflösung der Zellsaftreste pflegen zwischen der dreissigsten bis etwa der sechszigsten Stunde nach dem Einlassen des Dampfes am deutlichsten zu sein; die ablaufende Brühe ist oft lebhaft gefärbt, bei Eichenholz schwärzlich (schwarzblau), bei Mahagoniholz roth, bei Fichtenholz gelblich u. s. w. und kann zum Färben anderer Holzarten, bei Eichenholz zum Gerben benutzt werden. Später klärt sich die Flüssigkeit und das Auslaugen ist — gewöhnlich nach etwa 80 Stunden — beendet. Die Hölzer werden aus dem Kasten genommen, am besten zunächst an der Luft, dann in der Trockenkammer getrocknet, nachdem die Hirnflächen verklebt worden sind. Getrocknetes und vorher gedämpftes Holz unterscheidet sich von dem nicht gedämpften durch sein geringeres Gewicht, welches um 5 bis 10 Proc. niedriger zu sein pflegt, eine grössere Festigkeit, einen hellen Klang, eine dunklere Farbe, welche bei Tannen- und Fichtenholz bräunlichgelb, Birnbaum röthlichbraun, Ahorn röthlich, Mahagoni tiefroth, Buchenholz braun, Nussbaum schwarzbraun, Kirschbaum roth aussieht, und nimmt viel langsamer Feuchtigkeit auf als gewöhnliches Holz.

Auf die fernere Eigenthümlichkeit des aus dem Dampfkasten kommenden (noch nicht getrockneten) Holzes, mit weit grösserer Leichtigkeit starke Biegungen zu ertragen als nicht gedämpftes Holz, wird unten mehrfach Bezug genommen werden.

3. *Ueberziehen des trocknen Holzes nach beendigter Formgebung mit schützenden Substanzen, welche die Aufnahme der Feuchtigkeit verhindern.* Wenn die Ursache des Quellens beseitigt ist, kann dasselbe nicht mehr eintreten; über die praktische Ausführung dieser Arbeit wird

---

[1]) Nach Karmarsch soll der Dampfkessel für je 40 cbm Inhalt des Holzkastens 1 qm feuerberührte Fläche erhalten.

im fünften Abschnitte, welcher von den Erhaltungs- und Verschönerungsarbeiten handelt, die Rede sein.

4. *Ein dem Zwecke des herzustellenden Holzgegenstandes entsprechendes, auf die Eigenthümlichkeiten des Schwindens und Quellens berechnetes Zusammenfügen des Arbeitsstückes aus mehreren Theilen.* Dieses ausserordentlich häufig angewendete Mittel beruht vorzugsweise auf der oben erwähnten Thatsache, dass die Schwindung des Holzes in der Fasernrichtung erheblich geringer als in der Richtung der Jahresringe ist. Wollte man z. B. eine Thür aus einem einzigen Brette oder aus mehreren mit paralleler Fasernrichtung zusammengeleimten Brettern herstellen, so würde nicht allein ein häufiges Schwinden und Quellen in der rechtwinklig gegen die Fasern laufenden Richtung die Folge sein, sondern die Thür würde in Folge der oben geschilderten Einflüsse unausbleiblich sehr bald krumm werden; um so rascher, wenn in den Räumen an beiden Seiten der Thür verschiedene Temperaturen zu herrschen pflegen. Man stellt deshalb zunächst einen Rahmen aus Holzstücken her, deren Fasernrichtung jedesmal mit der Hauptabmessung des einzelnen Holzstückes (Länge oder Breite der Thür) übereinstimmt, und setzt in diesen Rahmen die sogenannte Thürfüllung derartig ein, dass derselben innerhalb gewisser Grenzen eine Ausdehnung und Zusammenziehung in ihrer Breitenrichtung, nicht aber ein Werfen ermöglicht ist.

Aus demselben Grunde versieht man Reissbretter, um das Werfen zu verhüten, mit Querleisten, am besten aus hartem Holze, die entweder an den Hirnseiten durch Nuth und Feder oder an der unteren Seite durch schwalbenschwanzförmig eingefügte Rippen mit dem Brette verbunden sind.

Kommt es nicht allein darauf an, das Werfen zu verhüten, sondern auch die Schwindung in den verschiedenen Abmessungen möglichst gleichmässig zu machen, so lässt sich dieser Zweck erreichen, wenn man den Gegenstand aus möglichst vielen einzelnen Stücken in solcher Weise zusammenfügt, dass die Fasernrichtung jedes einzelnen derselben dieser Aufgabe entsprechend angeordnet ist. Ein Stab oder Cylinder mit kreisförmigem Querschnitte, aus einem einzigen Stücke Holz hergestellt, würde bald elliptischen Querschnitt bekommen; man verhindert diesen Vorgang und zugleich das Werfen, indem man ihn aus mehreren Stücken — am besten aus verschiedenem Holze — zusammenfügt. Billardstöcke werden zu diesem Ende bisweilen aus mehr als 100 einzelnen Stücken zusammengesetzt; ebenso werden Holzplatten (z. B. für Möbeln), bei denen es auf möglichste Verhinderung einer selbstthätigen Formveränderung ankommt, aus mehreren Stücken mit abweichender Fasernrichtung zusammengesetzt. Je kleiner die einzelnen Stücke sind, desto unbedeutender ist natürlich die totale Schwindung jedes derselben; und da diese Schwindung vorzugsweise in der einen gegen den Fasernlauf stehenden Richtung eintritt, so wird bei verschiedener Fasernrichtung der Stücke auch jedes der-

selben in verschiedener Richtung, hier aber im Verhältnisse zu der Grösse des ganzen Arbeitsstückes nur wenig schwinden, somit auch die Schwindung des letzteren nicht nur um so gleichmässiger, sondern in Wirklichkeit auch um so unbedeutender ausfallen, aus je zahlreicheren Stücken es zusammengesetzt war.

Setzt man endlich einen Holzgegenstand, insbesondere eine Tafel oder Platte, derartig aus zwei oder mehreren Theilen zusammen, dass dieselben nicht neben, sondern auf einander liegen und ihre Fasernrichtungen sich kreuzen, so wird natürlich die Schwindung der einen Hälfte durch diejenige der anderen Hälfte behindert werden. So z. B. pflegt man Druckformen für Kattun- und Tapetendruckereien aus zwei quer über einander geleimten Tannenholzbrettern mit einem darauf befestigten Birnbaumholzbrettchen, welches die eingeschnittene Zeichnung trägt, herzustellen. Aehnlich wie das Zusammenfügen ganzer Holzlagen mit querlaufenden Fasern, aber weniger gleichmässig, wirkt die Anbringung von festgeschraubten oder anderweitig fest mit dem Arbeitsstücke verbundenen Querleisten aus Holz oder Eisen.

g. Krankheiten und Fehler des Holzes.

Fäulniss. Dieselbe besteht in einem Zersetzungsprocesse der Holzzellen, welcher nicht nur im gefällten Holze, sondern auch schon im lebenden Baume Platz greifen kann, sofern die Umstände dafür günstig sind. Die geringste Stufe der Fäulniss zeigt sich, wenn gefällte Stämme bei warmer Witterung in der Rinde am Boden liegen gelassen werden, durch eine dunkle grünlichblaue oder bräunliche Farbe des von Saft durchdrungenen jungen Holzes. Dieser Vorgang ist eine Folge der zuerst eintretenden Zersetzung des stickstoffhaltigen Saftes; man sagt: das Holz „erstickt“ oder „läuft an“. Solches Holz ist, da die eigentliche Holzfaser noch unberührt von dem Zersetzungsprocesse geblieben ist, noch brauchbar, sofern durch rasches Trocknen dem Fortschreiten der Fäulniss Einhalt gethan wird, immerhin aber stärker zur Zersetzung geneigt als vollständig gesund gebliebenes. Die beginnende Zerstörung der eigentlichen Holzmasse verräth sich durch die Entstehung dunkel gefärbter, oft tief in das Holz hinein gehender Flecken von eigenthümlichem, dumpfigem Geruche. Hat der Sauerstoffgehalt der Luft hierbei freien Zutritt, während das Holz durch Feuchtigkeit verhältnissmässig wenig beeinflusst werden kann, so heisst der Zersetzungsprocess Rothfäule, trockene Fäulniss oder Vermoderung. Sie verläuft langsam, erstreckt sich vorzugsweise auf älteres Holz (Kern- und Wurzelholz) und verwandelt die Holzmasse in eine braune zerreibliche Masse. Ist dagegen das Holz der Einwirkung der Feuchtigkeit bei geringem Luftzutritte ausgesetzt, so entsteht die Weissfäule, gekennzeichnet durch raschen Verlauf, hellere Farbe und bisweilen Phosphorisiren des davon ergriffenen Holzes. Mitunter zeigen sich Roth- und Weissfäule neben einander als dunkle Flecke mit hell gefärbten Ringen (spreufleckiges Holz).

Die Zerstörung des Holzes durch die Fäulniss wird durch die gleichzeitig eintretende Bildung des sogenannten Holzschwamms, welcher seine Nahrung aus dem Holze zieht, erheblich beschleunigt. Derselbe — eine bestimmte Pilzart — erscheint zunächst in Form weisslicher, mehr und mehr an Umfang zunehmender Flecken, aus denen allmälig häutige, korkartige Massen von jener allgemein bekannten Form und widrigem Geruche sich ausbilden.

Die Mittel zur Vermeidung der Fäulniss sind im Wesentlichen:

Zweckmässige Trocknung vor der Verarbeitung.

Schutz gegen die Einwirkung der Feuchtigkeit und Luft durch Ueberzüge (Theer, Oelfarbe etc.).

Zerstörung der gährungsfähigen Saftstoffe durch starkes Erhitzen bis zum beginnenden Verkohlen (z. B. an den Füssen von Pfählen, welche in die Erde gerammt werden sollen).

Tränken des Holzes mit fäulnisswidrigen Substanzen (Kochsalz, Eisen- oder Kupfervitriol, Alaun, Chlorzink, Quecksilberchlorid, Kreosot, Wasserglas). Dieses unter dem Namen Imprägniren bekannte Verfahren wird im fünften Abschnitte ausführlicher besprochen werden.

Wurmfrass. Eine grosse Anzahl verschiedener Insecten, theils Larven und Raupen, theils Käfer, benutzt das Holz als Nahrungsmittel. Sie bohren zu diesem Zwecke Gänge durch das Holz, indem sie es in das bekannte „Wurmmehl" verwandeln; ein lebender Baum, in solcher Weise beschädigt, fängt an zu kränkeln und stirbt schliesslich ab; fertige Gebrauchsgegenstände (z. B. Möbeln) werden allmälig derartig zerfressen, dass sie ihre Benutzbarkeit verlieren. Vorzugsweise gern suchen diese Feinde des Holzes sich kränkelndes, schadhaftes Holz aus; aber auch ganz gesundes wird nicht von ihnen verschont. Die hauptsächlichsten dieser Insecten sind folgende:

Der Borkenkäfer (*Bostrichus*) und Bastkäfer (*Hylesinus*), welche beide zusammen in etwa 70 verschiedenen europäischen Arten auftreten und zu den gefährlichsten Feinden unserer Kiefern- und Fichtenwaldungen gehören.

Der Pochkäfer (*Anobium*), jener allbekannte, in unseren Wohnungen vielfach erscheinende, etwa $7^1/_2$ mm lange schwarzbraune Käfer, welcher sich bei Berührung hartnäckig todt stellt und durch Hämmern mit dem Kopfe innerhalb hölzerner Wände ein taschenuhrähnliches Picken hervorruft. Er bohrt sich vorzugsweise in die Holzconstructionstheile der Gebäude und verwandelt dieselben vollständig in Wurmmehl.

Die Bohrassel (*Limnoria*), welche in dem unter Meerwasser befindlichen Holzwerke zahlreiche Gänge einbohrt und dasselbe unbrauchbar macht.

Die Larve des bekannten auf Eichen lebenden dunkelbraunen 3 cm langen Bockkäfers (*Cerambyx heros*), welche das Eichenholz zerfrisst, sowie die Raupe des Weidenbohrers (*Cossus ligniperda*), gefährlich für Weiden, Pappeln, Eichen u. v. a.

Die Mittel gegen Wurmfrass sind: Auswahl gesunden Holzes, sorgfältiges Trocknen desselben, am besten nach vorausgegangenem Dämpfen, Ueberziehen der fertigen Holzwaaren mit geeigneten Schutzmitteln (z. B. bei Holzschnitzarbeiten Leim mit etwas Quecksilberchloridlösung vermischt) oder, wo es angeht, Tränken mit Oel, Firniss, Kreosot, Kupfervitriol u. dergl. Ist der Wurmfrass einmal vorhanden, so ist die gründliche Beseitigung, die offenbar auf einer Tödtung der Urheber sammt ihrer Brut beruhen muss, äusserst schwierig; als sehr wirksam in dieser Beziehung werden Benzindämpfe empfohlen, welchen die angefressenen Gegenstände (Möbeln, Ornamente etc.) in gut geschlossenen Räumen ausgesetzt werden. Bei der bekannten Entzündlichkeit des Benzindampfes und den nachtheiligen Folgen für die Gesundheit beim Einathmen desselben muss natürlich die Anwendung dieses Mittels mit grösster Vorsicht gehandhabt werden.

Spiegelklüfte, d. h. Längsrisse im Holze, welche in der Ebene der Spiegel verlaufen. Wenn sie, vom Mittelpunkte des Baumes ausgehend, nach dem Umfange hin auskeilen, heissen sie Strahlenrisse, Waldrisse, Uhrzeiger; sie erscheinen auf dem Hirnholze in ihrer einfachsten Gestalt als ein einziger diametraler oder zwei unter stumpfem Winkel gegen einander stehende radiale Risse, in ihrem Profile zweien Uhrzeigern ähnlich, woraus die letztgenannte Bezeichnung sich erklärt; wenn sie erst in einer jüngeren Holzschicht beginnen und von hier aus nach dem Rande verlaufen, sich überhaupt also nur auf das jüngere Holz erstrecken, nennt man sie Frostklüfte, Eisklüfte, Kaltrisse in der allerdings nur theilweise richtigen Annahme, dass sie dem Froste ihre Entstehung verdanken.

Ringklüfte, auch Ringschäle oder Kernschäle genannt, sind Risse zwischen zwei Jahresringen, welche dieselben ganz oder nur auf einem Theile ihres Umfanges von einander trennen (kernschaliges oder schalrissiges Holz). Sie erstrecken sich auf kürzere oder grössere Länge, sind meistens schon in dem lebenden Baume vorhanden, entstehen aber bisweilen auch erst beim Trocknen des gefällten Holzes.

Mondring, falscher Splint ist ein Ring lichten Holzes mitten im Kernholze der Eichen, seiner Beschaffenheit nach dem Splintholze ähnlich. Man vermuthet als Ursache dieses Fehlers eine Art Weissfäule und vermeidet am liebsten die Verwendung des davon befallenen Holzes für die mechanische Herstellung von Gebrauchsgegenständen.

Wimmeriger Wuchs. Man versteht hierunter ein wellenförmiges, verworrenes Gefüge des Holzes, wie es vorzugsweise an dem Wurzelstocke der Bäume auftritt. Solches Holz ist schwierig bearbeitbar und wenig fest, dagegen wegen der eigenthümlichen Zeichnungen, welche die Jahresringe auf seiner Schnittfläche bilden, für feinere Tischler- und Drechslerarbeiten geschätzt.

Drehwüchsig heisst solches Holz, bei welchem die Fasern spiralförmige Anordnung zeigen. Es ist weder zum Spalten noch Schneiden gut zu verwenden.

Astknoten entstehen durch Einwachsen von Aesten, deren Entwickelung gestört wurde und welche in Folge davon ein engjähriges und deshalb hartes Holz besitzen. Sie erschweren durch ihre grosse Härte ausserordentlich die Bearbeitung, lösen sich nicht selten in Folge ihres sehr geringen Zusammenhanges mit dem umschliessenden Holze beim Trocknen desselben los und hinterlassen eine entsprechende Oeffnung.

Literatur über Arten und Gewerbseigenschaften des Holzes.

Karmarsch-Hartig, Mechanische Technologie, 5. Auflage, Hannover 1875, S. 607.

Karmarsch-Heeren, Technisches Wörterbuch, 3. Aufl., bearbeitet von Kick und Gintl, Prag 1879, Abschnitt „Holz“.

Rudolph Gottgetreu, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, 3. Aufl., Berlin 1880, 1. Bd., S. 412.

Dr. Nördlinger, Querschnitte von 800 Holzarten, Stuttgart und Augsburg, 8 Bände (sehr empfehlenswerth für das mikroskopische Studium der Holzarten, da die „Querschnitte“ nicht aus Abbildungen, sondern aus wirklichen, den Hölzern entnommenen dünnen Querholzblättchen bestehen).

Dr. Nördlinger, Die technischen Eigenschaften der Hölzer, Stuttgart 1860.

Dr. Jul. Wiesner, Einleitung in die technische Mikroskopie, Wien 1867.

Dr. Jul. Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreichs. Leipzig 1873.

Dr. R. Hartig, Die Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren in Deutschland wachsenden Hölzer. München 1879.

Th. Hartig, Anatomie und Physiologie der Holzpflanzen. Berlin 1878.

II. Die Geräthe zum Abmessen und Anzeichnen.

Bei der mechanischen Verarbeitung eines rohen Holzstückes zu einem Gebrauchsgegenstande ist eine Formveränderung das hauptsächlichste Ziel. Um aber die gewünschte Form und die Abmessungen des herzustellenden Gegenstandes sowohl wie der etwa nothwendigen Zwischenerzeugnisse (Bretter als Material für Holzarbeiter u. dergl.) greifbar vor

Augen führen und auf das in Verarbeitung befindliche Holzstück übertragen zu können, bedarf man einer Anzahl Werkzeuge zum Messen wie zum Anzeichnen.

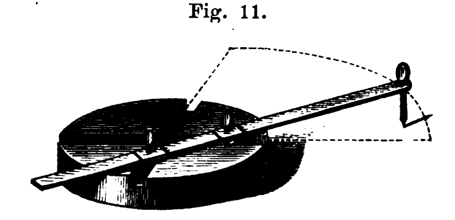
Zirkel.

Die Einrichtung derselben ist bekannt. Man gebraucht in den meisten Fällen Scharnierzirkel, deren grössere Sorten aus Holz mit eingesetzten Stahlspitzen gefertigt sind und welche nicht selten mit Bogen und Schraube oder Keil zum Einstellen bestimmter Zirkelöffnungen versehen sind. Auch Hohl- und Dickzirkel [1]) sind vielfach, besonders beim Drehen des Holzes, in Anwendung.

Um sehr grosse Kreise zu ziehen benutzt man Stangenzirkel mit verstahlten Spitzen.

Tischler und Böttcher kommen nicht selten in die Lage, Ellipsen zeichnen zu müssen. Sie benutzen hierzu den in Fig. 11 abgebildeten sogenannten Ovalzirkel. Derselbe besteht aus einer hölzernen, mit zwei sich rechtwinklig kreuzenden Nuthen versehenen Scheibe, welche mit Hülfe kleiner an der unteren Seite befindlicher Stahlspitzen derartig auf der zu verarbeitenden Holzplatte befestigt wird, dass der Kreuzungspunkt der beiden Nuthen in den Mittelpunkt der zu beschreibenden Ellipse fällt. Auf der Scheibe befindet sich ein Lineal, mit zwei in den Nuthen verschiebbaren Gleitstückchen versehen, welche an Schiebern befestigt sind und mit Hülfe von Flügelmuttern sich leicht an jeder beliebigen Stelle des Lineals einstellen lassen. An dem einen Ende des Lineals ist der zum Aufreissen der Ellipse bestimmte Bleistift oder eine Reissnadel befestigt. Es ist leicht ersichtlich, dass, wenn man das Lineal auf der festliegenden Holzscheibe dreht, die beiden Gleitstücke innerhalb der Nuthen abwechselnd ein- und ausgleiten müssen, der Stift also während eines vollen Umlaufes sich dem Mittelpunkte zweimal nähert und zweimal von ihm entfernt und somit eine Ellipse beschreibt, deren beide Halbmesser gleich den Abständen des Stifts von den beiden Gleitstücken sind.

Fig. 11.



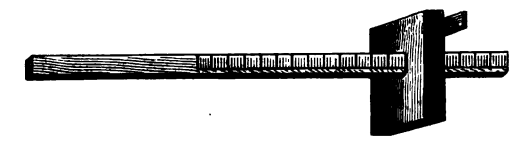
---

[1]) Eine eingehendere Beschreibung nebst Abbildungen der verschiedenen Sorten Zirkel findet der Leser in des Verfassers: Verarbeitung der Metalle, Seite 33.

Stellmodel.

Derselbe besteht aus einer mit Maassstab versehenen Leiste, Fig. 12, nebst Schieber, welcher mit Hülfe eines Keiles in beliebigem Abstande vom Ende festgestellt werden kann. Man erhält durch diese Feststellung ein bestimmtes unveränderliches Maass, welches entweder auf andere

Fig. 12.

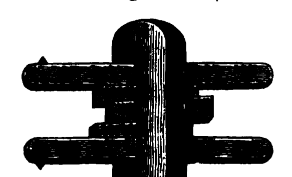


Gegenstände übertragen werden kann oder zur Prüfung der Abmessungen der letzteren dient. Sehr geeignet ist der Stellmodel auch zum Tiefenmessen hohler Körper, wobei man den Anschlag (Schieber) auf den Rand auflegt und die Leiste soweit hineinschiebt, bis sie den Boden berührt.

Streichmaass.

Man benutzt dasselbe, um Linien parallel einer gegebenen Kante zu ziehen. Wie das Streichmaass der Metallarbeiter besteht dasselbe aus einem Lineale (Riegel) mit Stahlspitze an einem Ende und einem verschiebbaren und durch Keil oder Druckschraube einstellbaren Anschlage, welcher an der betreffenden Kante geführt wird. Von dem soeben beschriebenen Stellmodel unterscheidet sich demnach das einfache Streichmaass im Wesentlichen nur durch den zum Anreissen bestimmten Stahlstift am Ende, während die Maasseintheilung gewöhnlich fehlt. Ebenso häufig als das einfache kommt das doppelte Streichmaass zur Anwendung; statt des einen Riegels sind hier deren zwei parallele vorhanden, welche durch eingeschobene Keile innerhalb des rahmenförmigen Anschlages festgestellt werden, so dass man zwei verschiedene Abmessungen einstellen und abwechselnd benutzen kann. Fig. 13 stellt ein solches doppeltes Streichmaass in einfachster Form dar.

Fig. 13.



Winkelmaasse.

Das gewöhnlichste hierher gehörige Werkzeug — kurzweg Winkel oder Winkelmaass genannt — zum Anzeichnen und Prüfen der rechten Winkel bestimmt, ist aus zwei ungleich starken unter 90⁰ zusammentretenden Schenkeln zusammengesetzt und dürfte in seiner Form und Anwendung allgemein bekannt sein. Der kürzere dieser Schenkel heisst „Kopf“ oder „Anschlag“, der längere dünnere Schenkel die „Zunge“ oder das „Blatt“.

Ein Winkel von 45 Graden heisst bei der Verarbeitung des Holzes eine „Gehrung“, ein Winkelmaass zum Anreissen oder Messen der Gehrung das „Gehrmaass“. Häufig gleicht dasselbe in seiner Form dem oben beschriebenen Winkelmaasse für rechte Winkel, mit dem Unterschiede jedoch, dass die Schenkel des Gehrmaasses einen Winkel von 135 Graden gegen einander einschliessen. Legt man nun den Anschlag an die gerade Kante eines Holzstücks, so beschreibt natürlicherweise die äussere Kante des Blatts den Winkel von 45 Graden gegen dieselbe.

Fügt man zwei Holzstücke zu einer rechtwinkligen Ecke dergestalt zusammen, dass die Fuge unter 45 Grad gegen die Richtung beider Stücke verläuft (was beim Zusammenleimen etc. zur Vergrösserung der Verbindungsfläche zweckmässiger sein kann als ein stumpfes Aufeinanderstossen), so heisst diese Verbindung „auf die Gehrung“ zusammengesetzt.

Zum Uebertragen anderer als Gehrungs- oder rechter Winkel benutzt man endlich das Schrägmaass oder die Schmiege. Dieses Werkzeug besteht aus einem Winkelmaasse, dessen Schenkel scharnierartig mit einander verbunden sind, so dass man sie wie die Schenkel eines Zirkels beliebig öffnen kann.

III. Die Geräthe zum Festhalten.

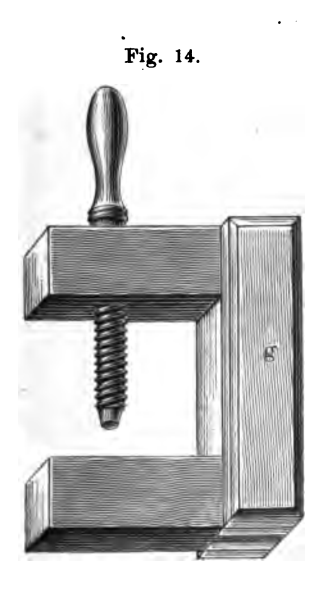
Ausserordentlich häufig stellt sich bei Verarbeitung des Holzes die Nothwendigkeit heraus, das Arbeitsstück in bestimmter unverrückbarer Lage einzuspannen, festzuhalten, sei es, dass in dieser Lage eine Trennung einzelner Theile stattfinden soll (durch Sägen, Hobeln, Bohren u. dergl.), sei es, dass eine Zusammenfügung mehrerer Holzstücke (durch Leimen etc.) beabsichtigt wird, welche zu diesem Zwecke ebenfalls so lange in der bestimmten Lage festgehalten werden müssen, bis die Verbindung bewerkstelligt ist.

Die wichtigsten der hierher gehörigen Geräthe sind folgende:

Die Schraubzwinge oder Leimzwinge.

Dieselbe ist in Fig. 14 abgebildet. Sie besteht aus zwei parallelen Armen, welche durch ein Mittelstück verbunden sind. Letzteres ist der sichereren Verbindung halber an beiden Seiten mit Belegungen *g* versehen. Die Arme und das Mittelstück werden gewöhnlich aus Rothbuchen-, die Belegungen aus weichem Holze gefertigt. Das zu verleimende Arbeitsstück wird zwischen die beiden Arme gebracht und dann die Schraube angezogen, zuvor aber zwischen das Ende derselben und die Oberfläche des Arbeitsstückes ein oder einige Brettchen eingeschoben, theils um eine Beschädigung des letzteren zu verhüten, theils um eine Vertheilung des Druckes auf eine grössere Fläche zu bewirken.

Fig. 14.



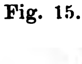
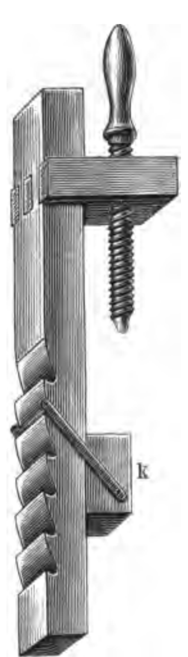


Fig. 15.



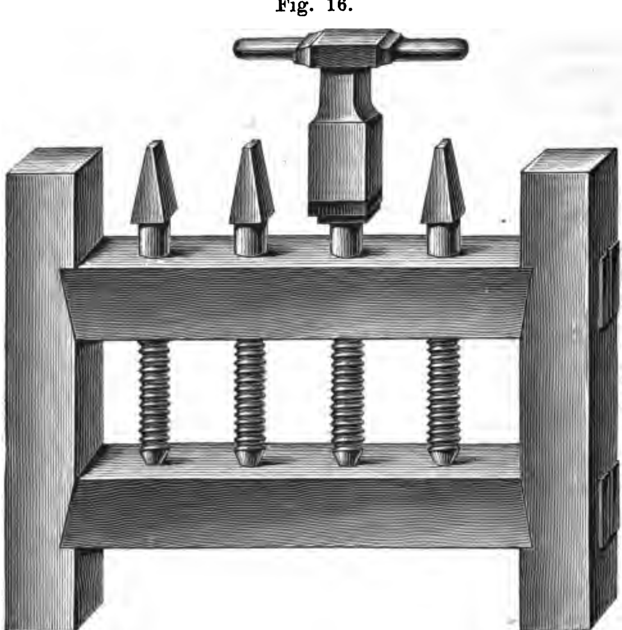
Eine Abart der Schraubenzwinge wird durch den Schraubknecht oder Leimknecht, Fig. 15, gebildet. Auf dem zahnförmig ausgezackten Mittelstücke lässt sich das an einer eisernen Klammer befestigte Klötzchen *k* verschieben und an irgend einem der vorhandenen Zähne fest einhängen, so dass es die Stelle des einen Armes der Schraubenzwinge vertritt. Man benutzt den Schraubknecht zum Einspannen von Holz-

tafeln, welche aus einzelnen Brettern zusammengeleimt und zu breit sind, um in die Schraubenzwinge eingespannt werden zu können.

Die Presse oder der Schraubbock.

Ein rechtwinkliger, aus vier starken Holzriegeln zusammengesetzter Rahmen trägt zwei bis vier parallele Schrauben mit vierkantigen Köpfen, welche sich in Gewinden innerhalb eines der Riegel drehen (Fig. 16).

Fig. 16.



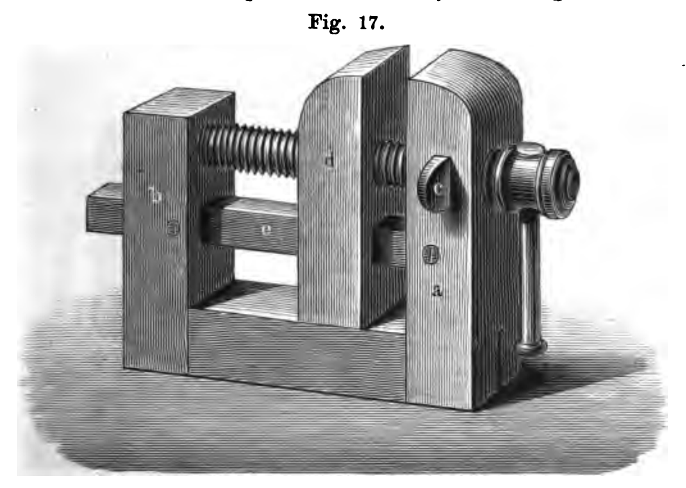
Durch einen aufgesteckten Schlüssel wird die Drehung der Schrauben bewirkt. Man bringt den geleimten Gegenstand zwischen zwei Bretter, welche auf allen Seiten darüber hinausragen, schiebt das Ganze in die Oeffnung des Rahmens, legt eine dicke Leiste darüber, so dass die Schrauben zunächst auf diese drücken, und zieht nun die Schrauben gleichmässig fest an.

Der Schraubstock.

Zum Einspannen kleiner Gegenstände, welche mit Feilen und Raspeln verarbeitet werden sollen, bedient man sich mit Vortheil eines höl-

zernen Schraubstockes [1]. Ein solcher, dessen Anordnung derjenigen der eisernen Parallelschraubstöcke der Metallarbeiter entspricht, ist in Fig. 17 abgebildet. Die Schraubenspindel ruht mit cylindrisch gedrehten Flächen

Fig. 17.



in entsprechenden Oeffnungen sowohl des Vordertheils *a* als auch der Stütze *b*. Damit sie sich drehen aber nicht aus ihrer Lage verschieben lasse, ist das in *a* gelagerte Halsstück derselben mit einer eingedrehten Nuth versehen, in welche der in einem Loche des Vordertheils steckende Keil *c* mit einem halbrunden Ausschnitte eingreift. Die bewegliche Backe *d* dagegen ist mit entsprechendem Schraubenmuttergewinde versehen und wird demnach bei Drehung der Schraubenspindel dem Vordertheile *a* genähert oder von demselben entfernt. Zur besseren Führung der Backe *d* dient der Riegel *e*, welcher in *a* und *b* befestigt ist und durch eine viereckige Oeffnung in *d* hindurchgeht. Beim Gebrauche wird der Schraubstock in der Hobelbank (siehe unten) befestigt und das Arbeitsstück zwischen den Backen *c* und *d* eingeklemmt. Der grösseren Dauerhaftigkeit wegen pflegt man die Innenseiten der Backen, soweit sie das Arbeitsstück erfassen, mit Buchsbaumholz zu belegen.

Die Fügelade.

Dieselbe wird hauptsächlich benutzt, um lange Bretter, welche an den langen Kanten behobelt werden sollen (z. B. Fussbodendielen) senkrecht einzuspannen. Sie besteht aus zwei gabelartig gestalteten hölzer-

---

[1] Eiserne Schraubstöcke, unentbehrlich für den Metallarbeiter (Verarbeitung der Metalle, S. 41), sind bei Verarbeitung des Holzes wenig in Gebrauch.

nen Böcken — Fügeböcke genannt, da die Arbeit des Behobelns „Fügen“ heisst — *ff* in Fig. 18, deren jeder auf einem kräftigen Fusse befestigt

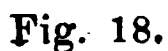
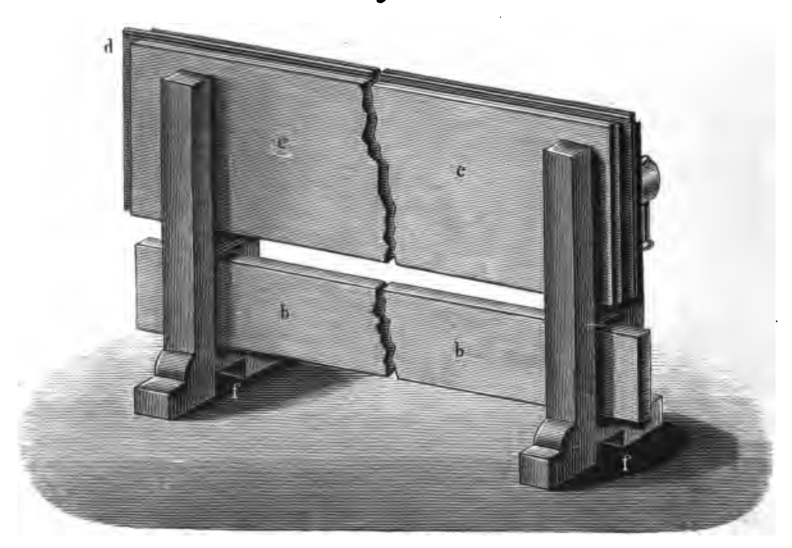


Fig. 18.



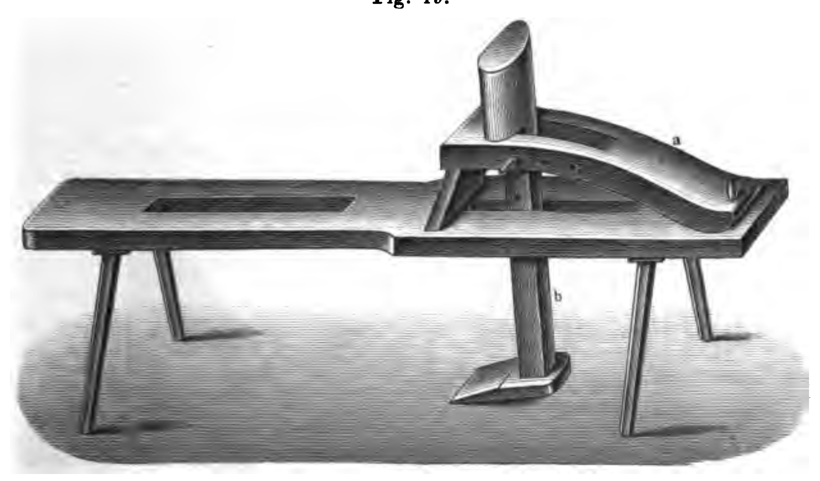
ist und ausserdem durch ein kräftiges Querholz in ungefähr der halben Höhe grössere Steifigkeit erhält. Unterhalb des Querholzes wird durch ein eingeschobenes und mit Keilen befestigtes Brett *b* von entsprechender Länge eine Verbindung zwischen den beiden zusammen gehörigen Fügeböcken hergestellt. Die zu fügende Diele *d* wird zwischen zwei gerade gehobelten Brettern *e* — Stossladen genannt —, welche als Führung für das bearbeitende Werkzeug dienen und niedriger als die Diele sein müssen, in die Fügeböcke eingeschoben und mit Schrauben oder Keilen befestigt.

Die Schnitzbank oder Schneidebank.

In den Werkstätten der Stellmacher, Böttcher u. A. benutzt man die Schnitzbank zum Festhalten eines vermittelst des Schnitzmessers zu bearbeitenden Holzstückes, während der Arbeiter rittlings davor sitzt. In Fig. 19 ist eine derartige Schnitzbank abgebildet. Die Art und Weise der Benutzung wird sich unschwer aus der Abbildung ergeben. Auf der eigentlichen Bank befindet sich der Sattel *a*, auf beiden Seiten fest mit derselben verbunden. In dem Schlitze des Sattels, welchem ein noch längerer Schlitz in der Bank entspricht, findet der Hebel *b*, aus Schaft, Kopf und Fusstritt bestehend, welcher vermittelst eines Stiftes in *a* auf-

gehängt ist, den erforderlichen Spielraum. Um denselben entsprechend der Form und Grösse des Arbeitsstückes innerhalb des Schlitzes höher

Fig. 19.



und tiefer, vor- oder rückwärts aufhängen zu können, ist, wie aus der Abbildung hervorgeht, sowohl der Sattel als der Hebel selbst mit mehreren neben einander befindlichen Löchern zum Hindurchstecken des erwähnten Stiftes versehen. Durch einen Druck mit dem Fusse auf das Trittbrett klemmt der Arbeiter das mit dem einen Ende auf dem Sattel ruhende Holzstück zwischen diesem und dem vorspringenden Ende des Kopfes ein. Der Schlitz in dem freien Ende der Bank dient dazu, nöthigenfalls eine Unterlage für das vordere Ende des Arbeitsstückes aufzunehmen, welche mit Hülfe eines Keils befestigt werden kann.

Die Hobelbank.

Die Einrichtung dieses bekannten und für die mannigfaltigsten Arbeiten angewendeten Geräthes ist aus Fig. 20 (a. f. S.) zu ersehen. Auf einem kräftigen, aus zwei durch Querriegel verbundenen Holzrahmen bestehenden Untersatze ruht das Blatt *A* und ist durch Längs- und Querleisten an der Unterseite, welche sich gegen die Füsse legen, vor Verschiebung gesichert. Es wird aus hartem, festem Holze (Weissbuchen, Ahorn, Ulmen) gefertigt, ist circa 100 mm stark, während die Länge 1,5 bis 3 m, die Breite 0,5 bis 0,9 m zu betragen pflegt. Etwas vor der Mittellinie des Blattes befinden sich ein oder zwei quadratische durchgehende Löcher *bb*, etwa 50 mm weit, Stützenlöcher genannt, in welche ein genau passender Pflock eingesteckt wird zu dem Zwecke, kleine und flache Gegenstände, welche gehobelt werden sollen und lose

auf die Bank gelegt werden, zu stützen, damit sie unter dem Drucke des Hobels nicht ausgleiten.

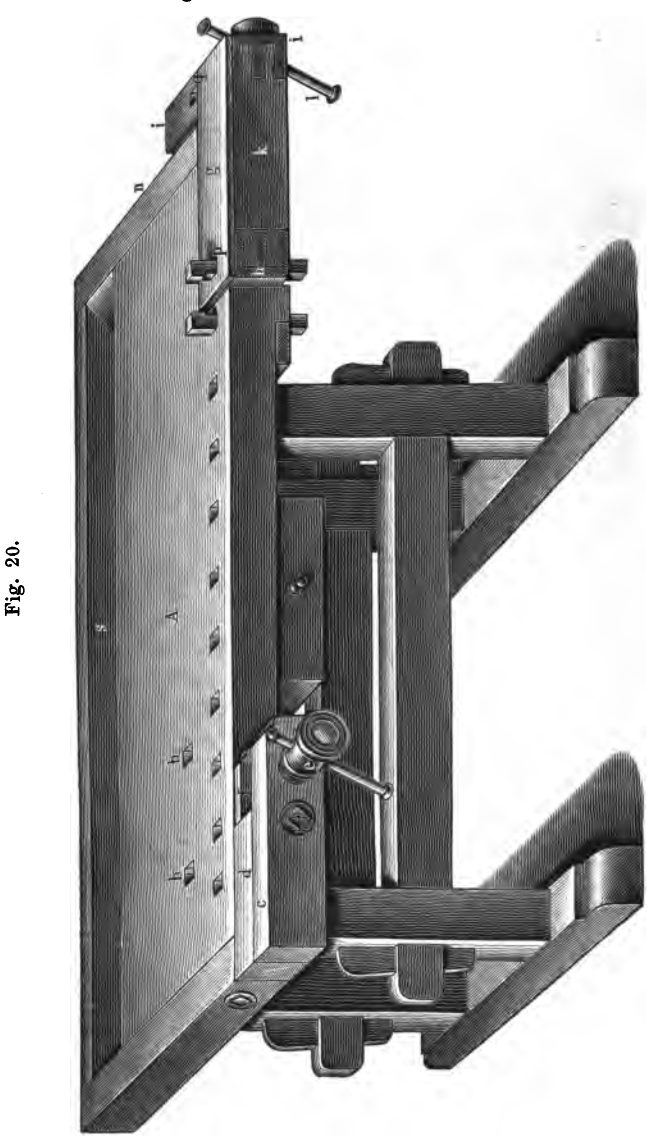
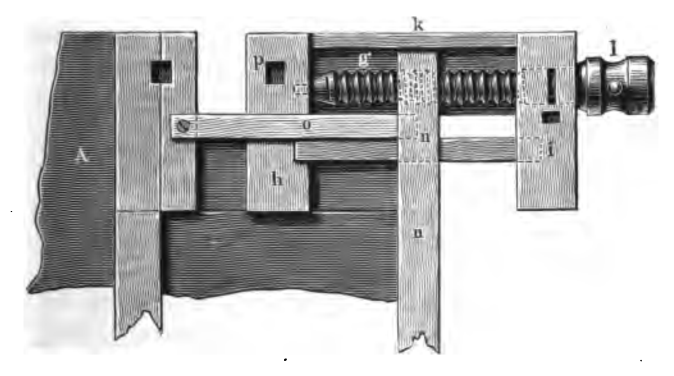


Fig. 20.

Zur Befestigung grösserer Arbeitsstücke dagegen dienen die beiden schraubstockähnlich wirkenden Zangen der Hobelbank. Die Vorderzange befindet sich an der linken vorderen Ecke. Sie besteht aus dem Riegel *c*, dem Klotze *d* (welche beide Theile durch eine eiserne Schraube,

deren Mutter von unten her in das Blatt eingelassen ist, mit demselben verbunden sind), der Schraube *e*, deren Mutter im Riegel *c* eingeschnitten ist, und dem Zangenbrette *f*, welches durch die Schraube vor- oder rückwärts bewegt wird, durch einen langen Zapfen aber in einer entsprechenden Nuth des Klotzes *d* geführt und somit vor eigener Drehung gesichert ist. Diese Vorderzange wird vorwiegend zum Einspannen von Brettern benutzt, welche hochkantig stehend bearbeitet — gesägt, an den Kanten behobelt u. dergl. — werden sollen. Die Hinterzange ist an der vorderen rechten Ecke der Hobelbank angeordnet, zu welchem Zwecke das Blatt der letzteren hier auf eine Länge von etwa 450 mm und eine Breite von 150 mm rechteckig ausgeschnitten ist. In diesem Ausschnitte verschiebt sich die Hinterzange parallel der Achsenrichtung der Bank; sie besteht zunächst aus dem Deckel *g*, der Schraubenstütze *h*, dem Schraubenblatte *i* und der Vorderwand *k*, welche Theile zusammen gehäuseartig die Schraubenspindel *l* einschliessen; zur grösseren Steifigkeit endlich sind die beiden Querstücke *h* und *i* an der Rückseite unten noch durch einen zu *k* parallelen Längsriegel (in Fig. 20 nicht sichtbar) mit einander verbunden, dessen Anordnung aus Fig. 21 — eine Ansicht der betreffenden Theile von unten darstellend — sich ergiebt, so dass das Ganze

Fig. 21.



dadurch rahmenartig zusammengefügt ist. Die Schraubenspindel ruht mit glatt gedrehten Flächen in den beiden Stücken *h* und *i*; um eine Verschiebung derselben innerhalb der Zange zu verhindern, ohne die Drehung zu beeinträchtigen, ist der in *i* gelagerte Hals derselben mit einer herumlaufenden Nuth versehen, in welche ein von unten her eingesteckter Keil mit halbkreisförmig ausgeschnittenem Ende eingreift. Das Muttergewinde für die Schraubenspindel befindet sich in dem sogenannten Schraubenmutterblatte *n*, welches mit dem Blatte *A* der Hobelbank fest verbunden ist; so wird bei Drehung der Schraube die Zange ein- oder auswärts bewegt. Zur besseren Führung derselben ist einestheils das Vorderblatt *k* mit einer horizontalen prismatischen Nuth versehen, in welcher eine an dem vorderen Ende des Schraubenmutterblattes *n*

befindliche Feder (Zapfen) gleitet; ebenso gleitet eine Feder an der Rückseite der Schraubenstütze *h* in einer Nuth des Blattes *A*; ausserdem ist *h* durch einen Längsriegel *o*, Fig. 21, gestützt, welcher von dem Blatte *A* nach dem Schraubenmutterblatte *n* hinübergeht; und endlich ist der an der Rückseite der Zange befindliche Längsriegel noch in einer entsprechend ausgeschnittenen Durchgangsöffnung des Schraubenmutterblattes *n* geführt. Zur Befestigung des Arbeitsstückes befindet sich in der Hinterzange nahe der Vorderkante der Bank ein quadratisches Bankhakenloch *p* von 30 bis 40 mm Durchmesser; in demselben Abstande von der Vorderkante der Bank in dem Blatte *A* eine Reihe gleicher Löcher in Abständen von 100 bis 130 mm von einander; in das Bankhakenloch der Zange und in ein Loch des Blattes werden zwei Bankhaken von der in Fig. 22 abgebildeten Form gesteckt, deren etwas vorspringende Köpfe an der einander zugekehrten Seite feilenartig rauh gemacht und welche durch eine angenietete Feder an dem Hindurchfallen verhindert sind. Durch Einklemmen des Arbeitsstückes zwischen beiden Bankhaken wird die Befestigung desselben bewirkt. Für ausnahmsweise lange Arbeitsstücke ist an dem äussersten Ende der Zange noch ein zweites Bankhakenloch *q* angebracht.

Fig. 22.

An der Rückseite des Blattes ist eine in fast der ganzen Länge sich erstreckende kastenartige Vertiefung ausgespart, in welche man Werkzeuge, die man während der Arbeit zur Hand haben möchte, hineinlegen kann, ohne dass sie den freien Platz auf der Hobelbank beengen; und unterhalb des Blattes ist eine Schublade angebracht, ebenfalls zur Aufbewahrung von Werkzeugen oder sonstigen Gegenständen dienend.

Mitunter bedarf man bei Benutzung der Hobelbank einiger ergänzender Geräthe. Wenn man z. B. lange Bretter hochkantig stehend bearbeiten will, so spannt man das eine Ende derselben in die Vorderzange der Bank, das andere Ende aber bedarf alsdann selbstverständlich ebenfalls einer Unterstützung, um nicht durch sein Gewicht aus der Lage zu kommen. Hierzu dient der Bank- oder Stehknecht, eine 750 bis 900 mm hohe Säule aus vierkantigem Holze auf einem kreuzförmigen Fusse, an einer Seite ebenso verzahnt und mit verschiebbaren Klötzchen versehen, wie der in Fig. 15 auf Seite 35 abgebildete Schraubknecht. Das Klötzchen wird in entsprechender Höhe eingestellt und dient als Stütze für das in der Hobelbank eingespannte Brett. Ferner gehören hierher die verschiedenen Stossladen, hölzerne Werkzeuge, welche gebraucht werden, wenn es sich darum handelt, Flächen durch Hobeln auszuarbeiten, welche genau bestimmte Winkel gegen eine andere Fläche einschliessen.

Die Winkelstosslade zur Bearbeitung rechtwinklig zusammenstossender Flächen besteht aus einem vierseitig prismatischen Holzstücke, an einem Ende mit einem vorspringenden Ansatze versehen, dessen Kante genau einen rechten Winkel mit den Seitenkanten des Prismas einschliesst.

Das Arbeitsstück wird mit der einen schon bearbeiteten Fläche gegen den Vorsprung gedrückt, während die andere Fläche ein wenig über die Kante des Prismas vorsteht und hier mit dem Hobel, welcher seitlich auf der Hobelbank aufliegt, bearbeitet wird.

Die Gehrungsstosslade dient zur Bearbeitung von Gehrungen und besteht demnach aus einem Holzprisma mit einem unter 45 Grad gegen die eine Aussenfläche verlaufenden Einschnitte, in welchen das Arbeitsstück gelegt wird, während man das vorstehende Ende bearbeitet.

Literatur über Geräthe zum Abmessen, Anzeichnen und Festhalten.

Fr. R. von Wertheim, Werkzeugkunde. Wien 1869; nebst Atlas (für ein eingehenderes Studium der Werkzeuge für Holzarbeiter vorzugsweise empfehlenswerth).

Karmarsch-Hartig, Mechanische Technologie, 5. Aufl. Hannover 1875, S. 670 bis 682.

Zweiter Abschnitt.

Die Trennungsarbeiten.

I. Arbeitseigenschaften des Holzes hinsichtlich der Trennungsarbeiten.

---

1. Härte.

Der Begriff des Ausdruckes Härte sowie der Härtegrad verschiedener Holzsorten wurde bereits auf Seite 16 besprochen, so dass auf das dort Gesagte Bezug genommen werden kann. Es geht daraus hervor, dass die Härte nicht allein als Gewerbseigenschaft bezüglich der Verwendung, sondern auch als Arbeitseigenschaft bezüglich der Formung des Holzes durch Lostrennung einzelner Theile vom Ganzen eine nicht geringe Wichtigkeit besitzt; denn je grösser die Härte eines Holzstücks d. h. die Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen eines Werkzeugs ist, desto grösser muss auch der Arbeitsaufwand zur Ueberwindung jenes Widerstandes sein.

Nun ergiebt sich aber aus den früheren Erläuterungen über den Bau des Holzes, dass auch in einem und demselben Holzstücke die Härte nicht an allen Stellen gleichmässig sein kann. Sie ist bedeutender im Kernholze als im Splinte, bedeutender im Winterholze als im Sommerholze. Dieser Umstand ist nicht ohne Wichtigkeit, denn in Folge desselben wird ein Werkzeug bei seinem Vordringen auf irgend einer Schnittfläche eines Holzstücks einem so oft wechselnden Widerstande begegnen als Jahresringe vorhanden sind; und der Unterschied in dem Widerstande wird um so bedeutender sein, je deutlicher die einzelnen Jahresringe hervortreten, d. h. je dichter das Winterholz im Vergleiche zum Sommerholze ausgebildet ist. An denjenigen Stellen nun, wo der geringere Widerstand sich findet, wird das Werkzeug tiefer, an den härteren Stellen weniger tief eindringen, und so erscheinen z. B. auf einer gehobelten Fläche die

Jahresringe abwechselnd erhaben und vertieft. Auf dem Hirnholze ist dieser Unterschied, wie leicht erklärlich, am beträchtlichsten; für Arbeiten aus Hirnholz, bei denen es auf grosse Gleichförmigkeit ankommt, z. B. Holzstiche, wendet man deshalb Holzsorten mit undeutlichen Jahresringen an (Buchsbaum u. a.).

2. Spaltbarkeit.

Man versteht unter diesem Ausdrucke die dem Holze eigenthümliche Eigenschaft, unter Einwirkung eines zwischen die Fasern eingetriebenen Keils in der Fasernrichtung mit mehr oder minder ebenen Flächen zu zerreissen, zu „spalten". Die Ursache der Spaltbarkeit liegt in der geringen Festigkeit zwischen den benachbarten Fasern gegenüber der weit grösseren Festigkeit, welche die einzelnen Fasern einem Zerreissen in ihrer Längenrichtung entgegen setzen. Hieraus erklärt es sich auch, dass die Spaltbarkeit am grössten in radialer Richtung ist, wo lediglich parallele Fasern getrennt zu werden brauchen, während in tangentialer oder jeder anderen Richtung Spiegelfasern durch die Spaltungsflächen zerrissen werden müssen, wodurch der Widerstand wächst.

Ausser von der Richtung der Spaltungsflächen ist die Spaltbarkeit bei einer und derselben Holzart auch abhängig von dem Wuchse, d. h. dem geraden oder verschlungenen Laufe der Fasern (geradfaseriges Holz ist leichter spaltbar als krummfaseriges oder gar Maserholz); von dem Alter (Splintholz ist leichter spaltbar als Kernholz), von dem Feuchtigkeitsgrade, u. a. m.

Nach Nördlinger lassen sich die Hölzer gemäss ihrer Spaltbarkeit folgendermaassen eintheilen:

1. Aeusserst schwerspaltig: Mandelbaum, Schwarzbirke, Buchsbaum, Kornelkirsche, Hartriegel, Bohnenbaum, gemeine Platane, Wildkirsche, Vogelbeere, Eibe.
2. Sehr schwerspaltig: Massholder, gemeine Birke, Weissbuche, Mehlbeerbaum, Weissdorn, Maulbeerbaum, Korkeiche, gemeine Robinie, Sperberbaum, gemeine Ulme.
3. Schwerspaltig: Ahorn, Zürgelbaum, Esche, Wacholder, Pflaumenbaum, Birnbaum, Apfelbaum, Elsbeere, Syringe.
4. Etwas schwerspaltig: Götterbaum, Steinbuche, Föhre, Schwarz- und Legföhre, Zwetschenbaum, Essigbaum.
5. Ziemlich leichtspaltig: Edelkastanie, Rothbuche, Cypresse, Nussbaum, Lärche.
6. Leichtspaltig: Silberahorn, Rosskastanie, Erle, gemeine Föhre, Espe, Stiel- und Taubeneiche, Salweide.
7. Sehr leichtspaltig: Tanne, Fichte, Weymuthskiefer.
8. Aeusserst leichtspaltig: Silberpappel, kanadensische Pappel.

Die Spaltbarkeit findet bei Verarbeitung des Holzes nicht selten Benutzung zur Theilung desselben in einzelne Arbeitsstücke oder zur weiteren Formung der letzteren. Denn die Arbeit des Spaltens, sofern sie überhaupt anwendbar ist, erfordert einfachere Geräthe und giebt weniger Abfall als jede andere Trennungsarbeit; das gespaltene Holz ist, da die einzelnen Fasern desselben unversehrt geblieben sind, biegsamer, elastischer, widerstandsfähiger gegen Zerbrechen als geschnittenes Holz, in welchem stets eine theilweise Zertheilung der Fasern stattgefunden hat; und es ist aus demselben Grunde weniger dem Werfen unterworfen, weil die Spaltungsflächen der Einwirkung der Feuchtigkeit keine durchschnittenen Zellen und Poren darbieten. Gegenstände, für welche aus diesen Gründen gespaltenes Holz ausschliesslich oder doch mit Vorliebe verwendet wird, sind u. a.: Latten zum Eindecken der Dächer; Rahmholz für Fenster; Dachschindeln; Schachteln und Siebränder aus Tannen- und Fichtenholz; Achsen, Felgen, Speichen für den Wagenbau; Resonanzböden; Stuhlrohr für Stuhlsitze u. s. w.

II. Allgemeine Vorgänge und Form der Werkzeuge bei den Trennungsarbeiten.

Wenn zwischen die benachbarten Theilchen eines Holzstückes ein fremder Körper — das Werkzeug — eingeführt wird, so findet naturgemäss eine Trennung dieser Theilchen von einander und bei fortgesetzter Bewegung des Werkzeuges eine vollständige Lostrennung eines Stückes vom Ganzen statt. Hierbei können aber zwei vollständig verschiedene Fälle obwalten.

1. Es kann bei keilförmiger Gestalt des Werkzeugs gemäss der oben erläuterten Spaltbarkeit des Holzes ein Aufreissen — Spalten — auf eine grössere Länge hin stattfinden, als in welcher das Werkzeug eingedrungen ist. Das abgespaltene wie das zurückgebliebene Stück behalten hierbei ihre ursprüngliche Form unverändert bei; und eben hierdurch wird das Spalten ermöglicht, welches nicht eintreten würde, wenn bei geringerer Sprödigkeit des Holzes eine Verschiebung einzelner, von dem Werkzeuge unmittelbar getroffener kleinster Theilchen einträte. Es wurde schon erwähnt, dass ein Spalten nur in denjenigen Ebenen möglich ist, in welchen die Fasern des Holzes liegen, nicht möglich in solchen Richtungen, welche die Fasern schneiden.

2. Es kann — ebenfalls bei keilförmiger Gestalt des Werkzeuges — ein Aufbiegen oder, sofern die Biegung ein gewisses von der Festigkeit und dem Querschnitte des losgetrennten Holzstückes abhängiges Maass überschreitet, ein Abbrechen des losgetrennten Stückes stattfinden. Der

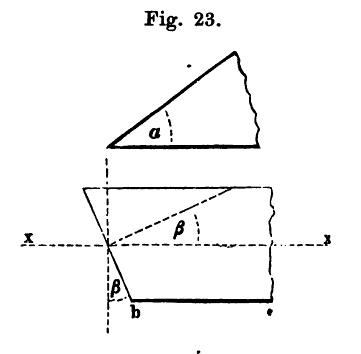
Vorgang heisst in diesem Falle Schneiden und das losgetrennte, verbogene oder abgebrochene Stück Span. Derselbe stellt ursprünglich offenbar ein Prisma dar, dessen Länge gleich dem Wege ist, welchen das Werkzeug zurücklegte; in Folge der verschiedenen Einwirkungen aber, die im Augenblicke des Lostrennens sich geltend machen, des Zusammendrückens in der Längenrichtung, Abhebens und Aufbiegens, nimmt derselbe jene eigenthümliche Form an, die wir z. B. bei den Hobelspänen der Tischler zu beobachten Gelegenheit haben. Es ist ferner unschwer einzusehen und aus den Lehren der Mechanik zu begründen, dass das Abbrechen um so früher eintreten und der Span deshalb um so kürzer ausfallen wird, je kleiner der Krümmungshalbmesser, d. h. je stärker die Aufbiegung, je dicker und je schmaler der Span selbst ist. Aus diesen Gründen liefert die Säge kurze dicke, der Hobel lange dünne Späne.

Wie bei den Werkzeugen für Metallverarbeitung nennt man denjenigen Winkel, welchen die beiden Flächen des keilförmigen Werkzeuges gegen einander einschliessen (unter welchem also die Schneide desselben zugeschärft ist), den Zuschärfungswinkel, denjenigen Winkel, welchen die untere Fläche des Werkzeuges gegen die Bewegungsrichtung einschliesst, den Anstellungswinkel, denjenigen Winkel endlich, welchen die obere Fläche des Werkzeuges gegen die Bewegungsrichtung einschliesst — also die Summe der beiden vorher genannten Winkel — den Schneidwinkel des betreffenden Werkzeuges. Offenbar wird das Eindringen des Werkzeuges zwischen die kleinsten Theilchen des Arbeitsstückes um so leichter vor sich gehen, je kleiner der Schneidwinkel ist. Hieraus ergiebt sich zunächst die Regel, den Anstellungswinkel, welcher einen Theil des Schneidwinkels bildet, klein zu nehmen; gewöhnlich beträgt derselbe 3 bis 15 Grad. Wäre derselbe gleich Null Grad, so würde die untere Fläche des Werkzeuges auf der bearbeiteten Fläche des Arbeitsstückes gleiten und dadurch eine verstärkte Reibung hervorrufen, zu deren Ueberwindung wiederum ein grösserer Arbeitsaufwand erforderlich sein würde. Die Grösse des Zuschärfungswinkels aber, von welcher ebenfalls die Grösse des Schneidwinkels abhängig ist, muss sich vor allen Dingen nach der Beschaffenheit des Materials richten. Denn je kleiner dieser Winkel, je flacher die Schneide angeschliffen ist, desto geringer ist offenbar ihre Widerstandsfähigkeit sowohl gegen das Abbrechen als gegen Verbiegung; und aus diesen Gründen muss der Zuschärfungswinkel und somit auch der Schneidwinkel um so stumpfer sein, je härter der zu schneidende Körper ist. Bei den Werkzeugen für Holzbearbeitung pflegt der Zuschärfungswinkel 18 bis 20 Grade zu betragen, sofern nicht besondere Verhältnisse, z. B. eine sehr geringe Breite der Schneide (bei den Sägen), in Rücksicht auf die Haltbarkeit des Werkzeuges einen grösseren Winkel nothwendig machen; der gesammte Schneidwinkel beträgt mithin etwa 20 bis 35 Grad.

Die Kante, welche durch das Zusammenstossen der Schneidflächen des Werkzeuges entsteht, heisst die Schneidkante. Ist dieselbe gerad-

linig (bei ebenen Flächen des Werkzeuges) und rechtwinklig gegen die Bewegungsrichtung des Werkzeuges gerichtet, so findet die Lostrennung des Spans in seiner ganzen Breite offenbar stets nach dieser rechtwinklig gegen die Bewegungsrichtung stehenden Linie statt. Der Span rollt sich hierbei, sofern er lang genug ist, innerhalb zweier paralleler Ebenen zusammen; ein Widerstand, der sich rechtwinklig zu der Bewegungsrichtung dem Vorschreiten des Werkzeuges entgegenstellt (z. B. die grössere Härte des Winterholzes bei der Bewegung rechtwinklig gegen die Jahresringe) muss auf der ganzen Breite gleichzeitig überwunden werden. Schliesst aber die Schneidkante einen Winkel gegen die Bewegungsrichtung ein, ist sie mit anderen Worten schräg gegen dieselbe gestellt (Fig. 23), so ändert sich der Vorgang. Der wirksame Schneidwinkel in der Ebene der Bewegungsrichtung (nach der Linie *xx*) gemessen wird kleiner als er bei einer rechtwinklig gegen die Schneidkante gerichteten Bewegung sein würde[1]); man erhält also den Vortheil des kleineren Schneidwinkels ohne den oben erwähnten Nachtheil einer zu flachen Zuschärfung; ein plötzlicher der Schneide sich entgegen stellender Widerstand wird beim Vorrücken derselben allmälig überwunden; und der Span rollt sich nicht in denselben Parallelebenen, sondern schraubenartig auf, wodurch häufig das Abfliessen desselben erleichtert wird. Diese Umstände lassen in nicht seltenen Fällen die Anwendung schräg gestellter Schneiden als zweckmässig erscheinen; insbesondere dann, wenn die Schneide breit ist und Hirnholz bearbeitet wird, weil gerade hierbei das Werkzeug einen stets wechselnden Widerstand in den Jahresringen antrifft.

Fig. 23.



Da der Span nicht nur in seiner Breitenabmessung, sondern fast immer auch in seiner Stärkeabmessung wenigstens auf einer Seite aus dem vollen Materiale abgetrennt werden muss, so wird das Schneiden erleichtert, wenn das Werkzeug auch an dieser Seite eine Zuschärfung erhält. In vielen Fällen lässt sich dieser Zweck erreichen, wenn man die vordere Seite des Werkzeuges rinnenförmig aushöhlt, wie es bei manchen für die Holzverarbeitung üblichen Werkzeugen, welche unten ausführlichere Besprechung finden werden, in Anwendung ist.

Wird der Schneidwinkel 90 Grad oder darüber, so kann ein Aufbiegen des Spans und somit ein Schneiden im engeren Sinne nicht mehr

---

[1]) Wenn α den Schneidwinkel bei normaler Stellung der Schneide, β die Abweichung der Schneidkante von der normalen Richtung bezeichnet, so ist für den wirksamen Schneidwinkel $tg\,\alpha_1 = tg\,\alpha \cos\beta$.

stattfinden. Das Werkzeug ist nur noch im Stande, an der Oberfläche des Arbeitsstückes feine Spänchen zu nehmen, welche vor demselben hergeschoben werden und die Arbeit heisst Schaben[1]).

Die Bewegung des Werkzeuges erfolgt entweder ohne Weiteres durch die Hand des Arbeiters (z. B. der Stichel); oder mit Hülfe eines Geräthes, welches durch die Hand geführt wird (z. B. bei dem gewöhnlichen Hobel); oder durch eine Werkzeugmaschine, welche die von einer Transmissionswelle aus oder auch von Hand empfangene Bewegung umsetzt und in sicherer Weise auf das eingespannte Werkzeug oder Arbeitsstück überträgt. Denn die Wirkung bleibt stets die nämliche, ob die bezügliche Bewegung zwischen Arbeitsstück und Werkzeug von diesem oder jenem ausgeführt werde. Da aber die Breite und Stärke eines einzigen Spans selten für die beabsichtigte Bearbeitung ausreicht, so ist ausser jener Bewegung in der Längenrichtung des Spans noch eine zweite Bewegung erforderlich, welche es ermöglicht, neben oder unter dem ersten Spane weitere Späne zu nehmen; und demgemäss unterscheidet man (wie auch bei den Metallbearbeitungsmaschinen) bei jeder Werkzeugmaschine

eine Hauptbewegung in der Längenrichtung des Spans; und
eine Schaltbewegung in der Breiten- oder Stärkerichtung desselben.

III. Die formgebenden Geräthe und das Arbeitsverfahren.

1. Axt, Beil, Haue.

Die drei in der Ueberschrift genannten und von Zimmerleuten, Wagnern, Böttchern, Tischlern u. A. vielfach benutzten Werkzeuge stimmen darin überein, dass sie wie ein gewöhnlicher Handhammer an einem rechtwinklig gegen ihre Bewegungsrichtung gerichteten Stiele befestigt sind, mit dessen Hülfe sie aus entsprechender Höhe auf diejenige Stelle des Arbeitsstückes geführt werden, wo ein Span genommen werden soll. Das Eindringen des Werkzeuges in das Holz ist also die Folge einer Schlagwirkung; und letztere ist um so beträchtlicher, je grösser die Endgeschwindigkeit des Schwerpunktes des Werkzeuges im Augenblicke des Aufschlagens und je grösser das Gewicht des Werkzeuges ist.

---

[1]) Nicht verwendbar für die Holzverarbeitung ist die bei Verarbeitung der Metalle nicht seltene Arbeit des Abscheerens, bei welcher das loszutrennende Stück, dessen Länge (in der Bewegungsrichtung des Werkzeuges) gleich der Dicke des Arbeitsstückes ist, vor dem Werkzeuge hergeschoben wird, ohne aufgebogen zu werden; denn bei der geringen rückwirkenden Festigkeit des Holzes tritt eher ein Zerdrücken als ein Abscheeren ein.

Wie bei allen Werkzeugen für Holzverarbeitung ist die Schneide aus Stahl gefertigt; auch die der Schneide entgegengesetzte Fläche — der Nacken — welche mitunter als Hammerbahn benutzt wird, pflegt verstahlt zu sein, der eigentliche Körper aller grösseren hierher gehörigen Werkzeuge aber aus Schmiedeeisen zu bestehen, theils aus Billigkeitsrücksichten, theils weil Stahl unter den Erschütterungen der Schläge leichter als Schmiedeeisen dem Zerspringen ausgesetzt sein würde. Der röhrenartige Theil des Werkzeuges, durch welchen der Stiel gesteckt wird, heisst das Oehr oder die Haube [1]).

Die Axt und das Beil sind einander sehr ähnlich und nicht einmal überall nach denselben Merkmalen von einander unterschieden. Bei beiden liegt die Schneide in der Richtung des Stieles; gewöhnlich nennt man Axt ein grösseres, mit längerem Stiele und kürzerer Schneide versehenes Werkzeug, welches zum Spalten und Behauen aus dem Groben benutzt wird, Beil das kleinere Werkzeug mit kürzerem Stiele und längerer Schneide zum Fertigbehauen; auch benutzt man mitunter die Lage der Schneide als Unterscheidungsmerkmal und nennt das Werkzeug Axt, wenn die Schneide von beiden Seiten zugeschärft ist, also in der Mitte der Dicke liegt, Beil, wenn sie bei einseitiger Zuschärfung in der Ebene einer der Seitenflächen sich befindet. Der Stiel der Aexte ist gerade, derjenige der Beile meistens etwas nach aussen gekrümmt, damit die Hand ihn bequem umfassen kann, ohne an die zu bearbeitende Fläche anzustossen. Zu demselben Zwecke bildet mitunter die Haube des Beiles einen kleinen Winkel gegen die Ebene des Blattes.

Die Haue dagegen, in einzelnen Gegenden auch Dechsel oder Texel genannt, unterscheidet sich deutlich von den beiden vorgenannten Werkzeugen durch die Richtung ihrer Schneide, welche nicht dem Stiele parallel, sondern rechtwinklig gegen die Ebene desselben verläuft.

Fig. 24 stellt eine gewöhnliche Zimmeraxt, Bundaxt oder Bandhacke dar. Ihre Höhe ist etwa 300 mm, die Länge der Schneide 85 bis 100 mm. Die Länge ihres Stieles beträgt etwa 900 mm, ihr Gewicht 1,8 bis 3,6 kg. Sie wird vorzugsweise von Zimmerleuten zum Behauen der Hölzer gebraucht.

In Fig. 25 ist eine Queraxt oder Zwergaxt abgebildet, zum Einarbeiten von viereckigen Löchern dienend. Sie ist im Ganzen etwa 500 mm hoch und, wie die Abbildung zeigt, an beiden Enden mit Schneide versehen; die eine derselben (in der Abbildung die obere) ist dünn, 40 mm lang, parallel zum Stiele und zweiseitig zugeschärft; die andere steht, wie die Schneide der Haue, rechtwinklig zu der Stielrichtung, ist dick, dagegen nur 25 mm lang und einseitig von aussen her zugeschärft. Der Stiel ist circa 900 mm lang.

Die in Fig. 26 abgebildete Stoss- oder Stichaxt wird ohne Stiel gebraucht, da sie nicht geschwungen, sondern nur gestossen wird;

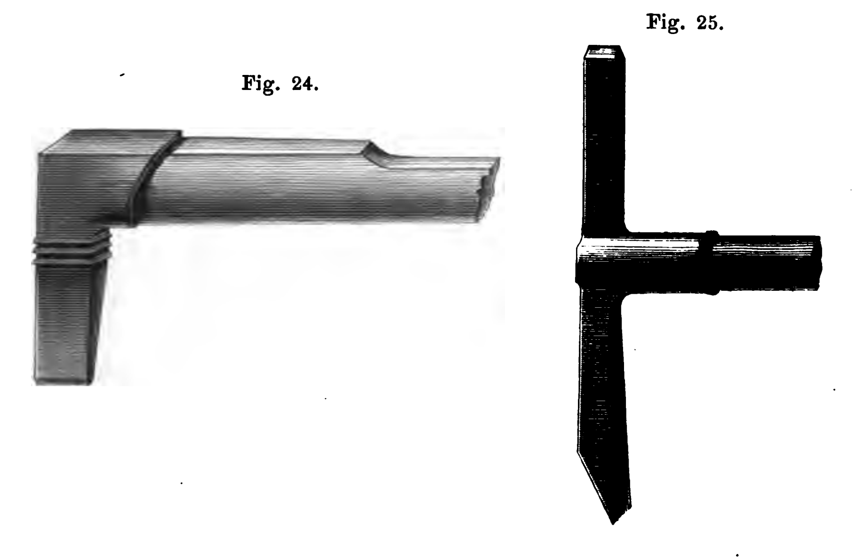
---

[1]) Ueber Anfertigung dieser Werkzeuge: Verarbeitung der Metalle, S. 841.

die Haube ist deshalb zum bequemeren Anfassen circa 150 mm lang, die Axt selbst circa 500 mm hoch, mit 60 mm breiter, einseitig zugeschärfter,

Fig. 25.

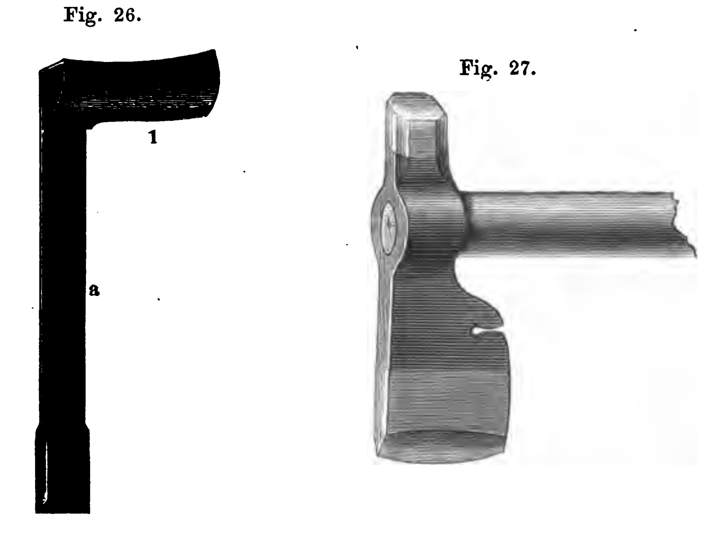
Fig. 24.



aber an beiden Rändern auf circa 100 mm Länge fortgesetzter Schneide. Man benutzt dieselbe zum Ausputzen von Zapfen und Zapfenlöchern.

Fig. 26.

Fig. 27.



In Fig. 27 endlich ist eine Lattenaxt abgebildet, zum Spalten und zugleich zum Festnageln von Latten bestimmt. Zu letzterem Zwecke ist der Nacken der Axt hammerartig ausgebildet, während der an der Rück-

seite der Axt befindliche Spalt zum Herausziehen von Nägeln benutzt wird.

Unter den zahlreichen Arten von Beilen verdienen folgende Erwähnung:

a) für Zimmerleute.

Das Breit- oder Zimmerbeil, Fig. 28. Dasselbe dient zum Schlichten der mit der Axt bereits bearbeiteten Flächen. Die Schneide ist schwach gekrümmt, circa 300 mm lang; der Stiel circa 600 mm lang.

Fig. 28. Fig. 29.

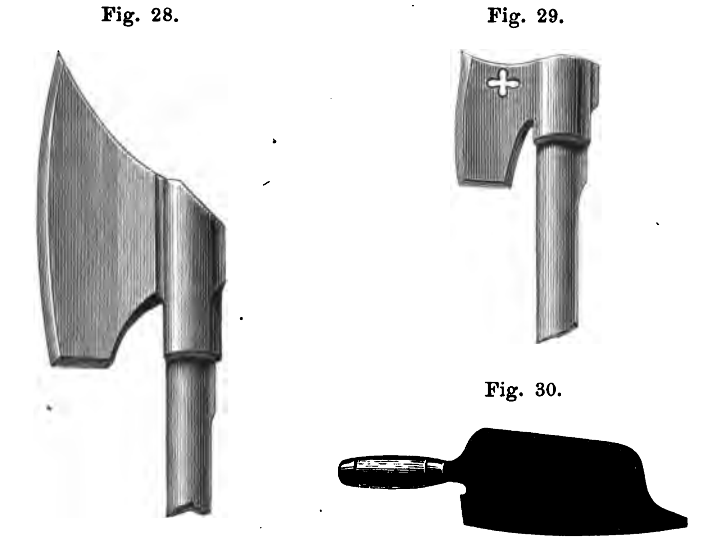


Fig. 30.

Das Handbeil, Fig. 29, zum Beschlagen kleinerer Holzstücke, Einschlagen und Ausziehen von Nägeln u. dergl. benutzt, kleiner als das vorige.

b) für Wagner.

Das Stockbeil oder die Stockhacke; kleines Beil gewöhnlicher Form, mit wenig gekrümmter Schneide.

Das Richtbeil oder die Rundhacke, Schneide stark bogenförmig, circa 300 mm lang.

Die Spitzhacke mit dünnem, an der vorderen Seite zu einer langen Spitze auslaufenden Blatte.

c) für Böttcher.

Das Breitbeil oder die Breithacke, mit bogenförmiger, dünner Schneide von circa 275 mm Länge.

Das Handbeil; klein, die Schneide an der Seite nach dem Stiele zu stark gekrümmt.

Die Kliebhacke, mit 150 mm langer, zweiseitig zugeschärfter Schneide; zum Spalten (plattdeutsch „Klöben“) kleiner Holzstücke dienend.

Das Hackbeil oder Bindmesser, Fig. 30.

d) für Tischler und Drechsler.

Das Tischlerbeil, wie das Handbeil der Böttcher geformt.

Die Tischler- oder Drechslerhacke; Schneide schwach gekrümmt, 150 mm lang, Stiel 400 mm lang.

Die Hauen oder Texel theilt man ihrer Form nach ein in gerade und krumme; bei ersteren ist das Blatt wenig gebogen, bei letzteren stark nach innen gekrümmt. Sie werden vorzugsweise benutzt, um innere Flächen auszuarbeiten (bei Fassdauben, Gerinnen, Molden, Radfelgen u. s. f.). Die Form derselben möge durch die Abbildungen Fig. 31 und 32 veranschaulicht werden, deren erstere eine gerade Zimmermannshaue mit Hammer darstellt, während die zweite eine Krummhaue für Böttcher zur Anschauung bringt. Auch zur Bearbeitung

Fig. 31.

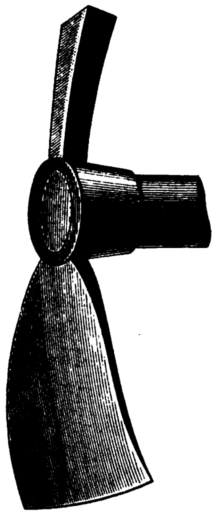
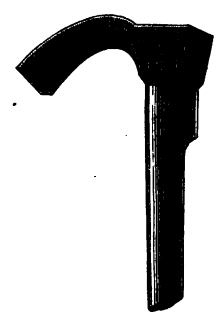


Fig. 32.



von horizontalen Flächen, bei welchen das Beil nicht zur Anwendung gelangen kann, bedient man sich mit Vortheil der Haue; z. B. bei Eisenbahnschwellen, welche im Stehen bearbeitet werden u. dergl.

2. Messer.

Dieselben werden für die Zertheilung kleinerer Holzstücke, zur Bildung von Einschnitten, sowie zur Vollendung grösserer unebener Flächen benutzt. Von den gewöhnlichen Taschen- und Tischmessern unterscheiden sie sich durch ihren stumpferen Zuschärfungswinkel und ihre grössere Stärke; ihre Klinge hat für verschiedene Zwecke verschiedene Länge; die Benutzung geschieht bekanntlich durch einfachen Druck der Hand, nicht, wie bei den oben besprochenen Werkzeugen, durch Schlag. Daher ist ihre Wirkung nicht, wie bei jenen, von ihrem Gewichte abhängig; die Arbeit geht langsamer von Statten, aber wird dafür um so genauer.

In Fig. 33 und 34 sind zwei gebräuchliche Formen solcher Messer abgebildet. Fig. 33 stellt einen Schnitzer mit 100 bis 130 mm langer

Fig. 33.



Klinge dar, wie er vorzugsweise von Böttchern benutzt wird; Fig. 34 zeigt die Form eines Tischlerschnitzers, hauptsächlich benutzt,

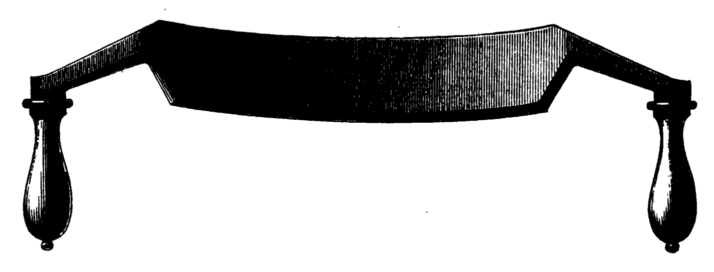
Fig. 34.



wenn es sich darum handelt, Linien quer über die Fasern in das Holz einzuschneiden. Die Klinge ist circa 100 mm lang, der 500 mm lange Stiel ist gebogen, um auf die Achsel des Arbeiters gelegt werden zu können.

Zum Bearbeiten des Holzes auf der Schnitzbank (S. 38) gebrauchen Wagner, Böttcher und andere Holzarbeiter lange Messer mit einseitig zugeschärften Scheiden und zwei rechtwinklig gegen die Richtung der Klinge gestellten Handgriffen an den Enden, welche Schnittmesser, Ziehmesser oder Reifmesser genannt werden. Für Bearbeitung ebener oder convexer Flächen ist die Klinge gerade (Geradeisen); für Bearbeitung concaver Flächen gekrümmt (Krummeisen). Ein Schnittmesser der letzteren Art ist in Fig. 35 abgebildet.

Fig. 35.



Wagner gebrauchen, um in schmalen Räumen zu arbeiten, ein Werkzeug, dessen äussere Form fast genau mit der eines Schnittmessers übereinstimmt, dessen Klinge jedoch nur aus einem Eisenstabe ohne Schneide besteht und in der Mitte ihrer Länge eine Hülse trägt, in welche parallel zu den Griffen ein kurzes, 25 bis 50 mm breites Messer eingesteckt

und mit Hülfe einer Klemmschraube befestigt wird. Das eingesteckte Messer heisst Stöckchen und das Ganze Stöckchenmesser. Zur Bearbeitung verschiedenartig geformter Gegenstände, insbesondere auch zum Nacharbeiten von Rundungen und Hohlkehlen, pflegt man eine Anzahl verschiedener Einsatzmesser mit bogenförmig geschweifter Schneide zum Auswechseln in Vorrath zu halten.

Bei Tischlern ist endlich ein dem früher beschriebenen Streichmaasse (S. 33) sehr ähnliches Werkzeug in Anwendung — Schneidmodel genannt — um parallel einer vorhandenen Kante Schnitte auszuführen oder von dünnen Holzblättern Stücke abzutrennen. Der Schneidmodel unterscheidet sich vom Streichmaasse nur dadurch, dass er an der Stelle der Stahlspitze des letzteren ein feines scharfes Messerchen trägt, welches den Schnitt ausführt.

3. Stemm- und Stechzeug. Locheisen.

Unter dieser Benennung ist eine grosse Anzahl von Werkzeugen zusammengefasst, sämmtlich in ihrer Form und Anwendung dem bekannten Meissel der Metallarbeiter sehr ähnlich. Sie bestehen wie dieser aus einem Stahlstäbchen von verschiedenem Querschnitte, dessen eines Ende zu einer Schneide ausgebildet ist, und dienen dazu, durch Wegnahme verhältnissmässig schmaler Spänchen Einschnitte, Vertiefungen, Löcher hervorzubringen oder Stellen zu bearbeiten, welche für breitere Werkzeuge nicht zugänglich sind.

Das Werkzeug wird entweder mit der linken Hand geführt und durch den Schlag eines mit der rechten Hand geschwungenen Hammers aus Metall oder hartem Holze vorwärts bewegt; in diesem Falle heisst es Stemmzeug; oder es wird allein durch den Druck der Hand geführt und bewegt und heisst dann Stechzeug.

Bei fast allen den hierher gehörigen Werkzeugen ist das der Schneide entgegengesetzte Ende zu einer sogenannten „Angel“, einem spitzig zulaufenden Ansatze, ausgeschmiedet, über welche das zur Handhabung dienende hölzerne „Heft“ gesteckt wird; um das zu weite Eindringen der Angel in das Heft zu verhüten, ist die erstere von dem eigentlichen Werkzeuge durch einen herumlaufenden Bund getrennt, auf welchen das Heft sich stützt. Das Heft hat gewöhnlich achteckigen oder elliptischen Querschnitt, welcher eine sicherere Handhabung als der kreisrunde Querschnitt ermöglicht. Sehr grosse Werkzeuge dieser Art haben jedoch statt der Angel einen röhrenartigen Fortsatz, in welchen das Heft mit einer zapfenartigen Verlängerung eingeschoben wird, und heissen in diesem Falle Rohrmeissel.

Bei der Verschiedenartigkeit der in den Werkstätten der Holzarbeiter herzustellenden Formen und Grössen der Arbeitsstücke pflegt jede einzelne

Art dieser Werkzeuge durch einen Satz von 6 bis 12 Stück in verschiedenen Grössen, insbesondere mit verschieden breiten Schneiden, vertreten zu sein.

a. Stemmzeug.

Der Lochbeitel, Fig. 36, so genannt, weil er zum Ausstemmen von Zapfenlöchern und ähnlichen Vertiefungen gebraucht wird, ist einseitig unter einem Winkel von 25 bis 35 Graden zugeschärft und zwar — wie der Kreuzmeissel der Metallarbeiter — derartig, dass die Schneidkante in der Ebene einer der schmalen Seiten des flach geschmiedeten Stahles sich befindet und rechtwinklig gegen die breiten Seiten gerichtet ist. Die Schneide ist 2 bis 25 mm breit.

Fig. 36.



Eine Abart des Lochbeitels ist der Kantenbeitel, von Wagnern zum Ausstemmen sehr tiefer Löcher benutzt. Um bei der hierfür erforderlichen grossen Länge des Werkzeuges demselben die nöthige Steifigkeit zu geben, ohne seine Dicke übermässig verstärken zu müssen, versieht man es auf derjenigen Seite, wo die Zuschärfung liegt, mit einer aus zwei schrägen Flächen gebildeten Verstärkungsrippe, wodurch es einen fünfeckigen Querschnitt erhält.

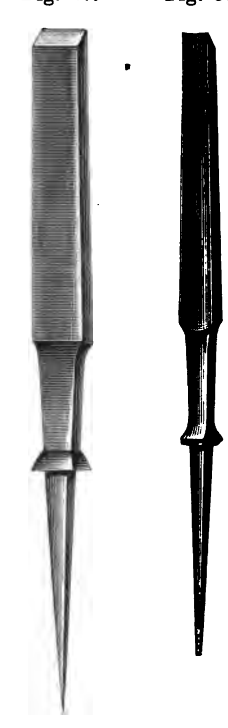
Das Stemmeisen mit ein- oder häufiger zweiseitig zugeschärfter Schneide, welche der breiten Seite des Stahles parallel läuft und somit — wie beim Flachmeissel der Metallarbeiter — rechtwinklig gegen die schmalen Seiten gerichtet ist. Bei zweiseitiger Zuschärfung wird die Schneide nicht durch angeschliffene Façetten, sondern durch eine allmälige bogenförmig zulaufende Verjüngung der Klinge gebildet. Bei Bildhauern gebräuchliche Werkzeuge dieser Art von verschiedener Breite, mitunter mit aufwärts gebogenem Ende, heissen Flacheisen.

Der Kreuzmeissel hat eine dem Lochbeitel gleiche Form und Schneide, jedoch keine Angel mit Heft, sondern einen stärkeren Schaft zum Anfassen. Er wird zum Ausstemmen der Thüren bei Befestigung der Schlösser gebraucht und deshalb auch wohl Anschlageisen genannt.

b Stechzeug.

Der Stechbeitel, Fig. 37, ist, wie der Lochbeitel, stets einseitig zugeschärft, wobei jedoch, abweichend von diesem, die Schneidkante in der Ebene einer der breiten Seiten liegt und rechtwinklig gegen die schmalen Seiten gerichtet ist. Die Form ist also derjenigen des Stemmeisens ähnlich; der hauptsächlichste Unterschied liegt in der einseitigen Zuschärfung

der Stechbeitel gegenüber der — wenigstens der Regel nach — zweiseitigen Zuschärfung ohne Façetten der Stemmeisen. Die Schneide ist bei gewöhnlichen Tischlerstechbeiteln 3 bis 50 mm breit, sehr grosse dagegen (Rohrstechbeitel), wie sie von Zimmerleuten und in Schiffsbauwerkstätten gebraucht werden, besitzen mitunter eine Breite bis zu 100 mm.


Fig. 37. Fig. 38.

Das Balleisen ist ein Stechbeitel, dessen Schneide nicht rechtwinklig, sondern schräg gegen die Achse des Werkzeuges (unter einem Winkel von 60 bis 70 Graden) gerichtet ist. Dadurch erreicht man die auf Seite 48 erörterten Vortheile; ausserdem aber bildet naturgemäss die schrägstehende Schneide mit der einen Seitenfläche eine Spitze (an der anderen Seite eine stumpfwinklige Ecke), welche es ermöglicht, auch in Vertiefungen der Arbeitsstücke zu gelangen, welche für die gewöhnlichen Stechbeitel nicht mehr zugänglich sind. Die Zuschärfung ist ein- oder zweiseitig, in letzterem Falle, wie bei den Stemmeisen, ohne Façetten allmälig zulaufend.

Das Hohleisen ist, wie der Name schon andeutet, mit einer bogenförmigen Schneide versehen, zu welchem Zwecke die Klinge — wie aus Fig. 38 sich ergiebt — rinnenförmige Gestalt erhält. Die Aushöhlung ist mehr oder weniger flach und zwar schwankt die Grösse des Bogens, welcher den Grundriss der Schneide bildet, von 25 bis 180 Grad, so dass im letzteren Falle die Klinge halbcylindrisch geformt ist. Man unterscheidet demnach eigentliche Hohleisen mit Krümmungen von etwa 130 bis 180 Grad, flache Hohleisen mit etwa 70 bis 130 Grad Krümmung und Hohlflacheisen mit noch flacherem Bogen. Die Schneide ist von der convexen Seite her, also einseitig, zugeschärft, gewöhnlich derartig, dass alle Punkte derselben in einer gemeinschaftlichen Ebene, welche rechtwinklig zur Achse steht, sich befinden. Nur bei sehr grossen Hohleisen (für Zimmerleute) schleift man die Schneide derartig an, dass die Mitte vor den Seiten voraussteht, um das Eindringen der Schneide (welche in diesem Falle von beiden Seiten her schräg gegen die Bewegungsrichtung geneigt ist) zu erleichtern.

Die Hohleisen werden benutzt, rinnenförmige oder überhaupt krummlinige Vertiefungen auszuarbeiten. Ausser den gewöhnlichen geraden Hohleisen, deren übereinstimmende Form durch die Abbildung veranschaulicht ist, benutzt man in Bildhauerwerkstätten theils gebogene Hohleisen, deren Klinge nach der Seite der Hohlung zu leicht gekrümmt ist,

oder solche, deren Schneide, wie beim Balleisen, schräg angeschliffen ist, damit an einer Seite eine spitze Ecke zum besseren Eindringen in Vertiefungen gebildet werde; oder Hohleisen mit langem dünnem Stiele und nur am Ende löffelartig geformt u. dergl. m.

Der Geisfuss ist ein Hohleisen, dessen Schneide nicht bogenförmig, sondern winkelförmig, d. h. durch die Kanten zweier unter einem Winkel von 45, 60 oder 90 Graden zusammentretenden Ebenen gestaltet ist. Hierdurch bildet er ein vortreffliches Werkzeug zum Ausarbeiten von einspringenden Ecken. Im Uebrigen ist die äussere Form derjenigen der Hohleisen sehr ähnlich. Die Schneide ist ein- oder zweiseitig zugeschärft und entweder rechtwinklig gegen die Achse gerichtet, oder auch nach der Mitte zu vorspringend und hier zu einer Spitze auslaufend, oder endlich in umgekehrter Form nach der Mitte zu einspringend, so dass zwei Spitzen an den beiden äusseren Kanten gebildet werden. Der letzteren, einem Geissfusse ähnlichen Form, verdankt das Werkzeug seinen Namen. Wie bei den Hohleisen benutzt man sowohl gerade als gekrümmte Geisfüsse. Sie finden eine ziemlich ausgedehnte Anwendung in den Werkstätten der Bildhauer, werden dagegen von anderen Holzarbeitern selten benutzt.

Das Viereisen ist ein von Wagnern zum Abstemmen vierkantiger Löcher benutztes Werkzeug, dessen Schneide aus drei unter rechten Winkeln zusammenstossenden Kanten ⊔ gebildet ist.

Grabstichel sind feine Stahlstäbchen von kreisrundem, elliptischem, quadratischem, trapezförmigem oder dreikantigem Querschnitte, deren eines Ende durch eine schräg gegen die Achse gerichtete Ebene zu einer Spitze mit daran liegender Schneide angeschliffen ist, während das andere Ende in einem gewöhnlich birnenartig geformten Hefte steckt. Sie dienen zum Einarbeiten feiner Linien und Zeichnungen (Graviren) und finden demgemäss ihre hauptsächlichste Anwendung durch die Xylographen. Häufiger ist ihre Benutzung bei Verarbeitung der Metalle.

In ihrer Wirkung den vorbeschriebenen Werkzeugen sehr ähnlich sind diejenigen Geräthe, welche theils den Zweck haben, in dünne Holzscheiben Löcher ein-, oder aus Holzstücken dünne cylinderförmige Holzpflöckchen (Dübel) auszustossen.

Ein Locheisen, vorwiegend für ersteren Zweck bestimmt, ist ein kurzer Hohlcylinder aus gehärtetem Stahle, an dem einen Ende zu einer Schneide zugeschärft, deren Kante rechtwinklig gegen die Achse gerichtet ist, am anderen Ende mit Stiel versehen. Das Werkzeug wird mit der Schneide senkrecht auf das Arbeitsstück gestellt und durch einen Schlag mit dem Hammer hindurchgetrieben.

Häufiger als dieses mehr von Leder- als von Holzarbeitern benutzte Werkzeug findet das Dübeleisen Verwendung zur Anfertigung der oben erwähnten Dübel, Holzstifte, wie sie z. B. die Böttcher gebrauchen, um die Theile der Fassböden mit einander zu verbinden. Auf einem eisernen Querstabe, der mit Hülfe zweier an den Enden befindlicher Angeln ⊓

auf einem Holzklotze befestigt wird, sind eine Anzahl aufrecht stehender Locheisen von verschiedenen Durchmessern mit aufwärts gerichteter Schneide angebracht. Das zu verarbeitende Holz wird, nachdem es durch Schnitte rechtwinklig gegen die Faserrichtung in Stücke von der Länge der herzustellenden Dübel zertheilt ist, in Stäbe von der erforderlichen Dicke gespalten; alsdann stellt man einen Stab nach dem andern mit dem Hirnende auf die Schneide und treibt ihn mit dem Hammer hindurch, wobei ein völlig cylindrischer Stift durch die Schneide des Werkzeuges ausgeschnitten wird. Bevor das vorausgehende Stück ganz hindurchgetrieben ist, wird das folgende schon darauf gesetzt, damit nicht die scharfe Schneide durch den Hammer selbst getroffen werde.

4. Stemmmaschinen.

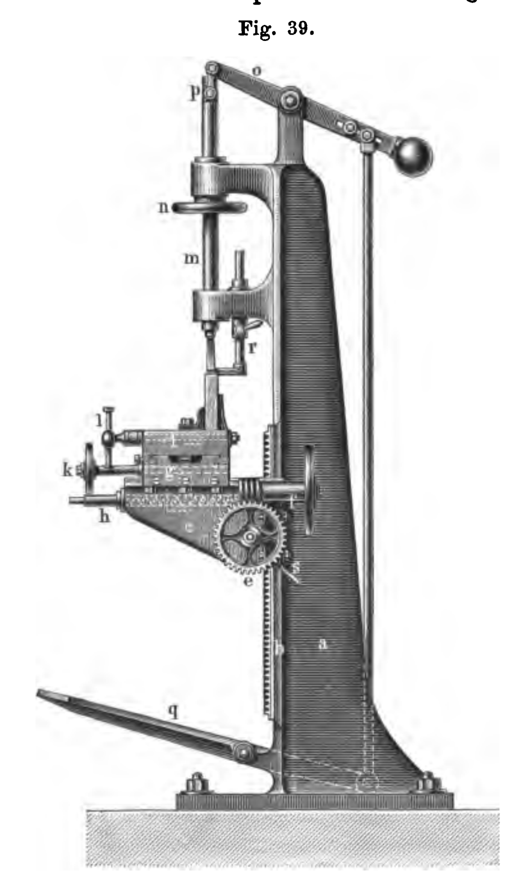
Zur rascheren und sichereren Ausarbeitung von Zapfenlöchern, als es durch einfache Handarbeit mit Lochbeitel und Stemmeisen möglich ist, wendet man zweckmässigerweise in solchen Werkstätten, wo diese Arbeit häufiger vorkommt, Stemmmaschinen an, mit deren Hülfe die Arbeit sich in ungefähr $1/3$ der Zeit als durch Handarbeit ausführen lässt. Die Schneide des Werkzeuges ist bei denselben nach Art des Lochbeitels oder auch des Vierfusses geformt; das Werkzeug befindet sich am unteren Ende einer meistens senkrecht geführten und durch die Maschine bewegten Stange (des Stössels) und erhält solcherart auf- und abgehende Bewegung, während das Arbeitsstück nach jedem Schnitte in der Richtung des auszustossenden Zapfenlochs vorgeschoben wird. Das Werkzeug führt mithin die Hauptbewegung, das Arbeitsstück die Schaltbewegung aus (S. 49). Die Hauptbewegung kann entweder durch menschliche Arbeit vermittelst Handhebels oder Fusstrittes bewirkt, oder von einer durch Elementarkraft betriebenen Transmissionswelle aus durch Riemenscheiben, Kurbel und Schubstange auf den Stössel übertragen werden; der Vorschub des Arbeitsstückes wird von Hand bewirkt, jedoch bei den vollkommneren Maschinen dieser Art nicht unmittelbar, sondern durch Bewegung einer in Führungen gleitenden Platte, auf welcher das Holzstück aufgespannt ist. Um von beiden Seiten her arbeiten zu können, ist das Werkzeug in dem Stössel um 180 Grad drehbar.

Zu Beginn der Arbeit wird in dem vollen Holze ein rundes Loch von der Tiefe der herzustellenden Nuth ausgebohrt, in welcher nun das Werkzeug den erforderlichen Spielraum zum Lostrennen der Späne finden kann.

Eine Stemmmaschine mit Fusstrittbetrieb (aus der Deutschen Werkzeugmaschinenfabrik, vormals Sondermann & Stier, in Chemnitz) ist in Fig. 39 (a. f. S.) in $1/20$ der wirklichen Grösse abgebildet. *a* ist ein gusseiserner Ständer, an der vorderen Seite mit zwei parallelen pris-

matischen Führungsleisten *b* versehen, an welchen der consolenförmige Tisch *c* mittelst entsprechender Führungen in senkrechter Richtung auf und nieder verschiebbar ist. Zur bequemen Einstellung desselben in beliebiger, von der Dicke des zu bearbeitenden Holzstückes abhängiger Höhe ist zwischen beiden Führungsleisten eine senkrechte, in der Abbildung erkennbare Zahnstange am Ständer angegossen oder angeschraubt, mit welcher innerhalb der Console *c* ein auf einer horizontalen Welle befestigtes Getriebe im Eingriffe steht. Auf dem Ende dieser Welle sitzt das Schneckenrad *e*, welches durch die Schnecke *f* vermittelst des am Ende der Welle befindlichen Handrädchens in Drehung versetzt werden kann und somit eine Auf- oder Niederbewegung der Console bewirkt. Da der ganze soeben beschriebene Mechanismus an der Console selbst gelagert ist, so bleibt in jeder Stellung der letzteren der Eingriff der einzelnen Theile unbeeinflusst. Eine kleine Druckschraube *s* sichert nach beendigter Einstellung in der gewünschten Höhenlage die Console vor jeder zufälligen Verschiebung.

Fig. 39.



Auf der Console befindet sich nun zunächst der Schlitten *g*, in Prismenführungen horizontal und rechtwinklig gegen den Ständer verschiebbar. An seiner unteren Seite trägt derselbe eine Schraubenmutter, durch welche die punktirt gezeichnete, in der Console gelagerte und ausserhalb derselben in einem vierkantigen Zapfen endigende Schraubenspindel *h* hindurchgeht. Durch Drehung der letzteren, mit Hülfe einer über das Vierkant aufgesteckten Kurbel, lässt sich der Schlitten in einem solchen Abstande vom Ständer einstellen, als es für die richtige Stellung des auszustemmenden Zapfenlochs erforderlich ist. Auf diesem Schlitten ist ein

zweiter *i* befindlich, welcher ebenfalls in Prismenführungen normal gegen die Richtung des ersteren, also in der Richtung der Schaltbewegung quer vor dem Ständer hindurch beweglich ist. Die Bewegung dieses letzteren erfolgt von dem Handrädchen *k* aus, dessen Welle im Schlitten *g* gelagert ist und ein Getriebe trägt, welches in eine an der Unterseite des Schlittens *i* befindliche Zahnstange eingreift. So wird durch entsprechende Drehung des Handrädchens *k* der Schlitten *i* und mit demselben das auf ihm befestigte Arbeitsstück nach jedem Schnitte um ein entsprechendes Stück weitergeschoben. Die Befestigung des zu bearbeitenden Holzstückes wird, wie aus der Abbildung ersichtlich ist, durch zwei gusseiserne Winkel bewirkt, von welchen der eine (an der rechten Seite befindliche) fest auf *i* sitzt, während der zweite, in Rücksicht auf die verschiedene Stärke der Arbeitsstücke, wiederum verschiebbar gemacht ist und durch die Schraube *l* gegen das aufgelegte Holz gepresst wird. Ausserdem dient die kleine verstellbare Stange *r* mit dem daran befindlichen Winkel dazu, das Holzstück beim Aufsteigen des Werkzeuges in seiner Lage festzuhalten und vor dem Mitgehen zu schützen.

Das Werkzeug wird im Stössel *m* befestigt, dessen senkrechte Bewegung durch eine zweimalige Führung in den angegossenen Armen des Ständers gesichert ist. Das obere Ende des Stössels ist verjüngt und steckt drehbar, aber nicht verschiebbar, in einer Hülse *p*, die durch zwei horizontale Zapfen mit dem gabelförmigen Hebel *o* verbunden ist. Während solcherart letzterer den Hub des Stössels bewirkt, lässt sich mit Hülfe des Handrädchens *n* das Werkzeug leicht um 180^0 drehen. Die Art und Weise, wie von dem Trittbrette *q* aus die Bewegung auf den Hebel übertragen wird, ist leicht aus der Abbildung erkennbar; sobald der Arbeiter den Tritt loslässt, wird durch das am Ende des Hebels angebrachte Gegengewicht das Werkzeug wieder in den höchsten Stand zurückgeführt. Um für verschiedene Tiefe der Löcher die Hubhöhe veränderlich zu machen, ist, wie sich ebenfalls aus der Abbildung ergiebt, der Angriffspunkt der Schubstange an dem Hebel innerhalb eines Schlitzes verstellbar.

Stemmmaschinen für Transmissionsbetrieb pflegen in ihrer ganzen Anordnung die grösste Aehnlichkeit mit den für Verarbeitung der Metalle dienenden Nuthenstossmaschinen [1]) zu besitzen, auch wie diese mit einer Einrichtung versehen zu sein, welche zur Beschleunigung der Arbeit einen rascheren Aufgang des Stössels als die niedergehende Schnittbewegung ermöglicht [2]). Nicht selten vereinigt man aber auch den Mechanismus einer Stemmmaschine in einem gemeinschaftlichen Gerüste mit einer zum Bohren des Holzes bestimmten Vorrichtung; eine derartige Anordnung ist unter „Bohrmaschinen“ abgebildet.

---

[1]) Verarbeitung der Metalle, Seite 620.

[2]) Coulissenhebel, excentrische Kurbelschleife u. a. Näheres über diese Mechanismen: Verarbeitung der Metalle, Seite 564.

Als zweckmässige Schnittgeschwindigkeit für die durch Elementarkraft betriebenen Stemmmaschinen rechnet man 450 mm per Secunde.

Auch zum gleichzeitigen Ausarbeiten von zwei parallelen Zapfenlöchern für Doppelzapfen lassen sich die Stemmmaschinen einrichten, wenn man statt eines Werkzeuges deren zwei in einem gemeinschaftlichen Stössel und in entsprechendem Abstande von einander anordnet.

5. Sägen und Sägemaschinen.

Die Säge, deren Form der Sage nach aus der Anwendung einer gezahnten Schlangenkinnlade zum Zertheilen von Holz hervorgegangen ist, kann man sich als eine Vereinigung einer grösseren Anzahl einzelner sehr schmaler, schneidender, keilförmiger Werkzeuge vorstellen, welche hinter einander in einer geraden oder gekrümmten Lienie angeordnet sind und nach dieser Linie bewegt werden, durch einen gemeinschaftlichen Steg oder gemeinschaftliches Blatt aber zu einem Ganzen verbunden werden. Jene einzelnen Werkzeuge bilden die Zähne der Säge, das Verbindungsstück derselben heisst das Sägeblatt.

Die Bewegung in der Richtung derjenigen Linie, welche durch die Schneidkanten der einzelnen Zähne hindurchgeht, bildet die Hauptbewegung und wird bei allen Sägen und Sägemaschinen durch das Werkzeug ausgeführt. Nun würde aber offenbar, wenn nur diese eine Bewegung zur Geltung gelangte, jeder folgende Zahn in der Furche gleiten, welche der vorausgegangene auf dem Arbeitsstücke bereits geschnitten hat; nur der erste Zahn würde also überhaupt im Stande sein, eine Wirkung hervorzubringen. Es ist also eine zweite Bewegung — die Schaltbewegung — nothwendig, welche rechtwinklig gegen die erste gerichtet ist und es ermöglicht, dass jeder folgende Zahn um so viel tiefer in das Material eindringe, als dem Maasse dieser Schaltbewegung entspricht, und solcherart einen neuen Zahn nehme.

Bei den von Hand geführten Sägen pflegt auch diese zweite Bewegung gleichzeitig neben der Hauptbewegung durch das Werkzeug ausgeführt zu werden (vermöge eines Druckes normal gegen die Richtung der Hauptbewegung); aus beiden gleichzeitig ausgeführten Bewegungen resultirt dann, gemäss dem Lehrsatze vom Parallelogramme der Kräfte, eine Diagonalbewegung, schräg gegen die Linie durch die Zahnschneiden gerichtet, wie man täglich beim Zerschneiden von Holz beobachten kann. Bei den Sägemaschinen führt fast immer das Arbeitsstück die Schaltbewegung aus, selbstverständlich ist auch hier die Resultante aus beiden Bewegungen wieder die Diagonale.

Jeder Zahn der Säge nimmt also solcherart einen neuen Span in der ganzen Länge seines Durchgangs durch das Arbeitsstück; und die Tiefe des bei einem einmaligen Durchgange der Säge ausgeführten Schnittes ist gleich der Summe der Dicken aller von den einzelnen Zähnen genommenen

Späne. Hieraus folgt, dass auch bei sehr geringer Dicke der einzelnen Späne doch bei ausreichend vielen Zähnen ein rascher Erfolg erreicht werden kann; eine geringe Stärke der Späne aber begünstigt in allen Fällen die Ersparung an Arbeit, weil — wie bei allen Trennungsarbeiten — gemäss den Regeln der Mechanik, die Kraft zum Aufbiegen des Spans im quadratischen Verhältnisse zu seiner Dicke wächst. Man erhält also schmale (wegen der geringen Breite der Säge) und dünne Späne, welche mithin sehr geringe Festigkeit besitzen; es kommt aber hinzu, dass in Folge des gewöhnlich steilen Schneidwinkels der Sägezähne ein starkes Aufbiegen der Späne sofort nach dem Lostrennen eintritt. Sie brechen also kurz ab und bilden solcherart das bekannte „Sägemehl".

Es erklärt sich aber aus diesen Betrachtungen, dass, wie ja allgemein bekannt ist, die Säge nicht zur Verarbeitung von Flächen benutzt werden kann, während sie das hauptsächlichste Werkzeug zur Hervorbringung tiefer und schmaler Einschnitte behuf der Theilung eines Arbeitsstückes bildet. Wenn nun aber die einzelnen Zähne sowie das Sägeblatt die Stärke des entstehenden Einschnittes besitzen, so wird zwischen den Seitenflächen der Säge und den Wänden des Einschnittes eine Reibung entstehen, welche mit dem Tieferwerden des Schnittes mehr und mehr zunimmt und zu ihrer Ueberwindung einen immer grösser werdenden Arbeitsaufwand erforderlich macht. Es ist aus diesem Grunde nothwendig, den Einschnitt breiter zu machen als die Säge, um dieser den nöthigen Spielraum zu gewähren. Gewöhnlich erreicht man diesen Zweck durch das Verfahren, welches man Schränken der Säge nennt; d. h. man biegt die einzelnen Zähne abwechselnd nach links und rechts um so viel aus der Ebene des Sägeblattes heraus, dass ein entsprechend breiterer Einschnitt erfolgt. Eine andere Methode zu demselben Zwecke — für Holzsägen jedoch seltener in Anwendung — ist das Stauchen der Zähne, d. h. man verdickt das vordere Ende durch Stoss oder Druck, welcher gegen ihre Vorderkante ausgeübt wird und erhält solcherart eine Schneidkante, deren Breite grösser ist, als diejenige des Zahnes und Sägeblattes.

Man nennt die vordere Fläche des keilförmigen Zahnes die Brustfläche, die hintere schmale Fläche Rückenfläche, die Kanten zwischen Brust- und Seitenfläche lange Schneidkanten, die Kante zwischen Brust- und Rückenfläche kurze Schneidkante.

Wenn nun die Brustfläche normal gegen die beiden Seitenflächen gerichtet ist, so sind die beiden Ecken oder Spitzen, welche am vorderen Ende des Zahnes durch das Zusammentreffen der Vorder- und Rückenfläche mit je einer Seitenfläche entstehen, einander gleich und die Zuschärfung an den langen Schneidkanten selbstverständlich gleich 90 Grad. Stellt man aber die Brustfläche nicht rechtwinklig sondern schräg gegen die beiden Seitenflächen — was sich beim Schärfen der Säge durch schräge Führung des betreffenden Werkzeuges ohne Schwierigkeit erreichen lässt — so erhält man auf der einen Seite des Zahnes einen schärferen Schneidwinkel und eine spitzere Ecke, während auf der anderen

Seite das Gegentheil eintritt. Der einzelne Zahn schneidet daher nur auf der einen Seite, hier aber mit grösserer Leichtigkeit, als ohne jene Zuschärfung; es gilt daher als Regel, die auf einander folgenden Zähne abwechselnd nach links und rechts in der geschilderten Weise zuzuschärfen, und zwar pflegt der Schliffwinkel von den langen Schneidkanten 60 bis 85 Grade zu betragen. Je dicker die Säge ist, desto grössere Wichtigkeit besitzt diese Zuschärfung; je weicher das Holz ist, desto schärfer kann der Schliffwinkel genommen werden. Es ist selbstverständlich, dass bei allen Sägen mit geschränkten Zähnen stets die zugespitzte Ecke nach aussen gebogen werden muss.

Je nachdem eine Säge nur in einer Richtung oder in beiden Richtungen (vor- und rückwärts) schneidend wirkt, nennt man sie einseitig wirkend oder doppelt wirkend. Die Form, d. h. das Profil der Zähne, muss hiervon abhängig sein.

Die Grundform des Sägezahnes ist in allen Fällen ein Dreieck. Ist dasselbe spitzwinklig, wie in Fig. 40, so heisst der Zahn zurückspringend, ist es rechtwinklig, wie in Fig. 41, so heisst auch der Zahn

Fig. 40.

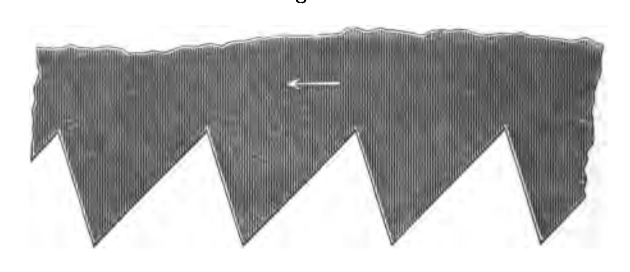


Fig. 41.

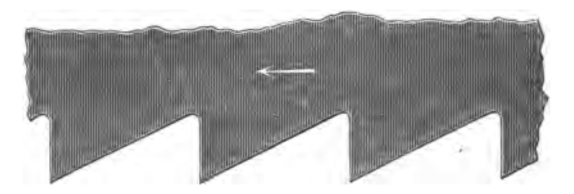
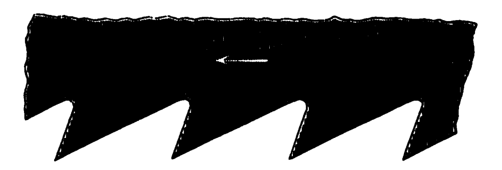


Fig. 42.

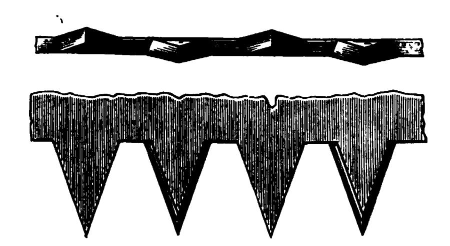


rechtwinklig, ist ess tumpfwinklig, wie in Fig 42, so hat man einen überhängenden Zahn. Es ist leicht einzusehen, dass der überhängende

Zahn den günstigsten, der zurückspringende Zahn den ungünstigsten Schneidwinkel darbietet. Die Ecke zwischen zwei benachbarten Zähnen rundet man gern, wie es z. B. bei Fig. 41 und 42 geschehen ist, etwas aus, um das Festklemmen des Sägemehls in derselben zu erschweren; und je spitzwinkliger jene Ecke ist, desto nothwendiger wird diese Vorsichtsmaassregel.

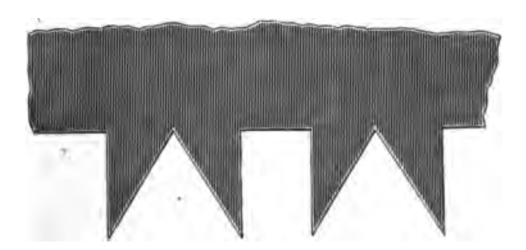
Die abgebildeten Zahnformen können offenbar nur in derjenigen Richtung schneidend wirken, welche durch die Richtung der Pfeile angedeutet ist, und gehören deshalb einseitig wirkenden Sägen an. Für doppelt wirkende Sägen dagegen ist eine zweifache Anordnung möglich. Wendet man zurückspringende Zähne an, deren Profil aber nicht, wie in Fig. 40, durch ein ungleichseitiges, sondern durch ein gleichschenkliges Dreieck gebildet wird, so erhält offenbar jeder Zahn nach beiden Bewegungsrichtungen hin einen gleichen, aber freilich wenig günstigen, Schneidwinkel und kann deshalb vor- und rückwärts zum Schneiden benutzt werden. Brust- und Rückenfläche des Zahnes werden deshalb beide in der auf S. 63 erläuterten Weise gegen die Seitenflächen zugeschärft, wie es in Fig. 43 zu ersehen ist. Einen günstigeren Schneidwinkel — aber

Fig. 43.



freilich auf die Längeneinheit eine geringere Zahl schneidender Zähne — erhält man, wenn man abwechselnd die einzelnen Zähne nur zum Vor-

Fig. 44.



und Rückwärtsschneiden einrichtet, sie also solcherart einander gegenüberstellt, wie es in Fig. 44 dargestellt ist. Gewöhnlich sind bei dieser Sägeform die einzelnen Zähne rechtwinklig; doch kommen auch überhängende und selbst zurückspringende Zähne vor. Man nennt diese Zahnform Stockzähne oder, da der Umriss zweier zusammenstehender

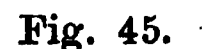
Zähne Aehnlichkeit mit dem Buchstaben M hat, M-Zähne. Eine noch andere Anordnung ist die, dass man die entgegenstehenden Zähne nicht abwechseln lässt, sondern jede Hälfte der Säge mit einer Gruppe gleicher Zähne besetzt, so dass die eine Hälfte nach rechts, die andere nach links schneidet (vergl. unten Fig. 46).

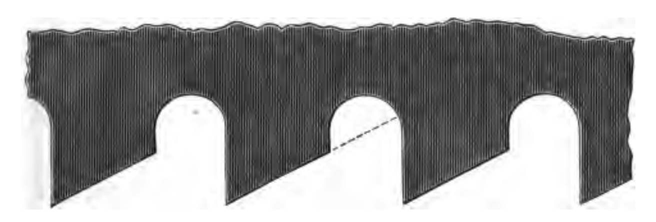
Den Abstand zwischen zwei Zahnspitzen der Säge nennt man die Theilung. Je feiner dieselbe ist, desto mehr Zähne kommen auf die Längeneinheit, desto mehr Späne werden mithin gleichzeitig abgetrennt, aber desto kleiner fallen auch für einen gegebenen Spitzenwinkel der Zähne dieselben aus, desto schwächer sind mithin die einzelnen Spänchen, desto kürzer muss der Hub der Säge ausfallen, damit nicht die ebenfalls kleineren Zahnlücken durch das entstehende Sägemehl verstopft werden. Je weniger hart daher das Material des Arbeitsstückes ist und je länger der Schnitt, desto grösser müssen im Allgemeinen die einzelnen Zähne und ihre Theilung genommen werden.

Nun nimmt aber das losgespante Material, das Sägemehl, einen viel grösseren Raum ein als das feste Holz, aus dem es entstanden ist; der Unterschied ist gewöhnlich um so beträchtlicher, je weicher das Holz war. Das Sägemehl wird vor jedem Zahne in der Zahnlücke vorwärts geschoben und fällt erst heraus, wenn der Zahn aus dem Holze heraustritt. Wenn es aus diesem Grunde — wie soeben erläutert wurde — einestheils nothwendig ist, die Grösse der Zähne der Schnittlänge und der Beschaffenheit des Materials anzupassen, so kann es anderntheils auch zweckmässig sein, bei grossen Sägen für lange Schnitte und starke Späne eine künstliche Erweiterung der Zahnlücken zu bewirken. Lässt man sich ununterbrochen Zahn an Zahn reihen, so ist bei der in Fig. 40 auf S. 64 gezeichneten Zahnform die Grösse der Zahnlücken genau gleich derjenigen der Zähne, und wenn man, wie in Fig. 41 und 42, die Ecken der Lücken zur Abrundung ausfüllt, so werden dadurch die Zahnlücken noch entsprechend verkleinert. Eine Vergrösserung der Zahnlücken lässt sich dagegen erzielen, wenn man die Zähne nicht unmittelbar sich an einander reihen, sondern zwischen je zwei Zähnen einen gewissen Abstand frei lässt (unterbrochene Bezahnung), wie es z. B. bei den in Fig. 43 auf S. 65 abgebildeten Sägezähnen der Fall ist. Bei den M-Zähnen in Fig. 44 ist ohnehin eine solche unterbrochene Bezahnung durch die eigenthümliche Form der Zähne geboten. Solcherart lässt sich nun zwar das Verhältniss der Zahnlücken zu den Zähnen beliebig vergrössern; aber in demselben Maasse wächst natürlich die Theilung und verringert sich demgemäss die Leistung der Säge. In weniger nachtheiliger Weise lässt sich bei einseitig wirkenden Zähnen eine Erweiterung der Zahnlücke erreichen, wenn man, wie es z. B. Fig. 45 erläutert, an der Rückenfläche einen bogenförmigen Ausschnitt anbringt. Derartige mit bogenförmiger Lückenerweiterung versehene Zähne heissen Wolfszähne und finden in mannigfaltigen Formen Anwendung für grosse Sägen aller Art.

Gewöhnlich werden die Zähne mit dem Sägeblatte zusammen aus

einem Stücke gefertigt. Bei den unten näher zu beschreibenden Kreissägen jedoch (deren Zähne an dem Umfange eines kreisförmigen, um seine


Fig. 45.



Achse gedrehten, Sägeblattes sich befinden) wird naturgemäss der äussere Durchmesser der Säge bei stetiger Benutzung durch das von Zeit zu Zeit nothwendige Schärfen der Zähne immer kleiner, somit auch die Umfangsgeschwindigkeit wie die Theilung geringer und das Verhältniss der Stärke des Sägeblattes zum Durchmesser ein grösseres; in mehrfacher Beziehung also die Wirkung der Säge eine andere. Diese Uebelstände haben in neuerer Zeit mehrfach Veranlassung zur Anwendung eingesetzter Zähne gegeben, welche nach erfolgter Abnutzung durch neue ersetzt werden und dabei noch den Vortheil gewähren, dass im Falle eines Zahnbruches nicht der ganze Sägenrand, sondern nur der schadhafte Zahn erneuert zu werden braucht. Besonders sind es nordamerikanische Fabriken, welche sich mit Anfertigung solcher auswechselbarer Sägezähne für Kreissägen befassen. Näheres hierüber: W. F. *Exner*, Handsägen und Sägemaschinen, I. Theil. Weimar 1878, S. 25.

Mit der Breite (Dicke) der Zähne steht sowohl der Arbeitsaufwand zur Hervorbringung eines Einschnittes von bestimmter Tiefe, als auch der Materialverlust durch Zerspanung in unmittelbarem Verhältnisse. Wenn es deshalb von diesem Gesichtspunkte aus zweckmässig erscheinen kann, so dünne Sägeblätter anzuwenden, als es in Rücksicht auf die Festigkeit der Zähne nur irgend möglich ist, so wächst doch andererseits mit abnehmender Dicke die Biegsamkeit des Sägeblattes, und zwar um so beträchtlicher, je länger die Säge ist. Eine grössere Höhe des Sägeblattes vermag aber nur zum Theile diese Biegsamkeit abzuschwächen. Um nun trotzdem langen und verhältnissmässig dünnen Sägeblättern die nöthige Steifigkeit zu verleihen, spannt man sie mit den Enden in einen ausreichend steifen Rahmen, welcher ausserdem mit Einrichtungen versehen zu sein pflegt, die ein Straffziehen des Sägeblattes ermöglichen; und man unterscheidet demnach *ungespannte* und *gespannte Sägen*.

Je nachdem die Bewegung der Säge unmittelbar durch menschliche Arbeit oder mittelbar durch eine Maschine erfolgt (welche ebensowohl durch menschliche als durch Elementarkraft betrieben werden kann), theilt man die Sägen ein in *Handsägen* und *Sägemaschinen*.

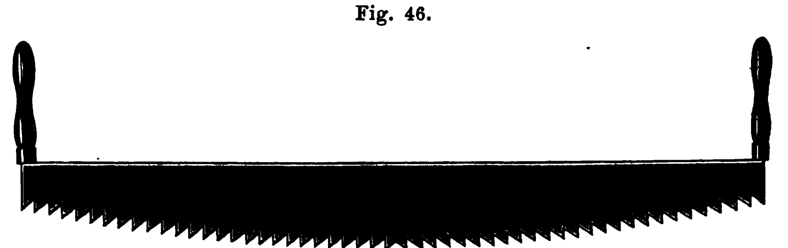
Handsägen.

a. *Ungespannte Handsägen.*

Die Quersäge.

Dieselbe dient zum Querschneiden starker Holzstücke, d. h. zur Erzeugung von Schnitten, welche senkrecht gegen die Fasern des Holzes gerichtet sind. Sie ist zur Führung durch zwei Arbeiter bestimmt, welche an beiden Enden angreifen („zweimännig"), und deshalb an diesen Enden mit entsprechenden nach oben gerichteten Handhaben versehen, Fig. 46.

Fig. 46.



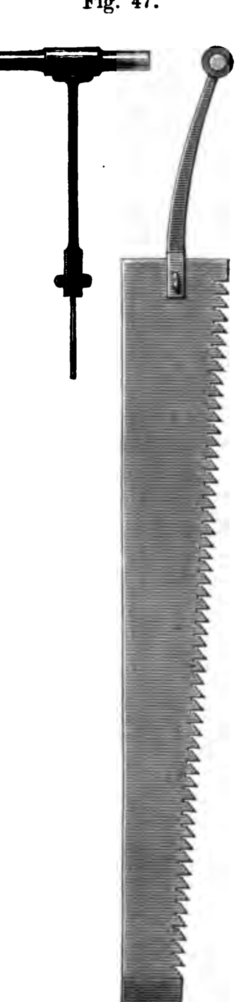
Die Verzahnung ist fast stets doppelt wirkend, unter Anwendung einer der oben (S. 65) beschriebenen, für diesen Zweck bestimmten Zahnformen. Die Zahnspitzenlinie ist entweder gerade oder, was häufiger der Fall ist, bogenförmig — convex — gekrümmt („Bauchsäge", wie in der Abbildung). Letztere Anordnung, obwohl sie dem ungeübten Arbeiter es erschwert, die Säge in derselben Ebene zu erhalten, erleichtert dem geübterer Arbeiter die Handhabung, da sie der pendelartigen Bewegung des gestreckten Armes entspricht, und trägt ausserdem der stärkeren Abnutzung der Zähne in der Mitte Rechnung. Die Länge der Quersägen pflegt 1 bis 1,7 m, die Höhe in der Mitte 0,1 bis 0,27 m, die Dicke 1,5 bis 2,5 mm, die Theilung 10 bis 30 mm zu betragen.

Die Schrotsäge, Brettsäge, Spaltsäge (Fig. 47).

Dieselbe dient dazu, Blöcke der Länge nach in Bretter zu zerschneiden und wird bei der Benutzung in annähernd senkrechter Richtung von zwei bis vier Arbeitern geführt, welche an beiden Enden angreifen, während das Arbeitsstück in entsprechender Höhe auf einem Gerüste gelagert ist. Die Zähne sind stets einseitig wirkend und zwar schneidet die Säge

beim Niedergange und wird leer zurückgeführt; das Profil des Sägeblattes ist gewöhnlich trapezförmig, oben breiter, unten schmaler. Zur Handhabung dienen zwei hölzerne Handgriffe, quer durch Hülsen hindurchgesteckt, deren obere gewöhnlich an dem Ende einer mit dem Sägeblatte durch Vernietung oder Schweissung verbundenen Stange befindlich ist, während die untere ohne Weiteres an dem Sägeblatte befestigt zu sein pflegt.

Fig. 47.



Die Länge des Sägeblattes beträgt 1,6 bis 2,4 m, die Breite am oberen Ende 160 bis 300 mm, am unteren Ende 100 bis 126 mm, die Dicke 1,5 bis 2,5 mm, die Theilung 15 bis 35 mm.

Der Fuchsschwanz und die Loch- oder Stichsäge.

Dieses einfache Werkzeug findet besonders in Tischlerwerkstätten eine vielfache Anwendung. Der Fuchsschwanz besitzt nur einen zweckmässig geformten Griff und schneidet beim Vorwärtsgange („auf Stoss“), d. h. indem der Arbeiter ihn von sich wegschiebt, und geht leer zurück. Die Zähne haben daher die gewöhnliche ungleichseitige Dreiecksform mit einseitiger Schneide. Das Blatt besitzt — wie bei dem in Fig. 48 abgebildeten Fuchsschwanze — trapezförmiges, mitunter aber auch rechteckiges Profil und ist bei dem eigentlichen Fuchsschwanze ausreichend breit, um die nöthige Steifigkeit zu erhalten, mitunter auch zu demselben Zwecke noch mit einer auf die Oberkante aufgeschobenen Leiste aus Messing oder Eisenblech versehen („Rückensäge“). Natürlicherweise beschränkt bei der letzteren der an den Seiten überstehende Rücken die Tiefe des

Fig. 48.

Schnittes, so dass sie weder zum Durchschneiden eines Holzstückes nach der Länge, noch zum Querschneiden starker Hölzer tauglich ist; wohl aber eignet sie sich vortrefflich zum Abschneiden vorstehender Zapfenenden u. dergl. und erhält dieser besonderen Bestimmung gemäss wohl entsprechende Benennungen (Zapfenzäge, Zinkensäge etc.).

Die üblichen Abmessungen des Fuchsschwanzes bewegen sich innerhalb folgender Grenzen: Länge des Blattes 0,25 bis 0,75 m, Breite am Griffe 60 bis 230 mm, vorn 30 bis 100 mm, Dicke 0,8 bis 1,3 mm, Theilung 2 bis 7 mm.

Zum Aussägen von Schweifungen, Löchern, besonders solcher, welche vom Rande des zu schneidenden Brettes aus nicht zugänglich sind, bedient man sich einer dem Fuchsschwanze sehr ähnlichen Säge, welche sich von diesem vorzugsweise durch ihre geringe Breite unterscheidet. Es ist dieses die in der Ueberschrift erwähnte Lochsäge, Stichsäge oder Spitzsäge. Das Blatt ist am Hefte nur 7 bis 30 mm breit und läuft am vorderen Ende fast in eine Spitze aus; die Länge beträgt gewöhnlich 8 bis 50 cm, Theilung 2 bis 5 mm. Um trotz jener geringen Breite des Blattes ihm die nöthige Steifigkeit zu geben, macht man es an der Zahnseite 1 bis 2 mm stark und da ein Schränken der kurzen und dicken Zähnchen nicht möglich ist, so muss die Stärke des Blattes von den Zähnen nach dem Rücken zu geringer werden, so dass es einen trapezförmigen Querschnitt erhält.

Gratsäge.

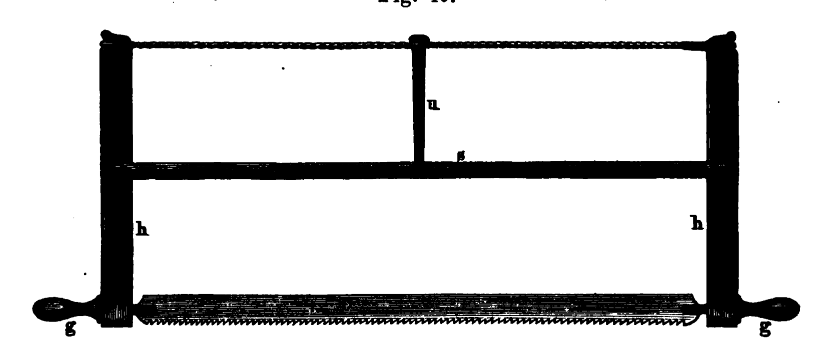
Bei dieser Säge, deren Blattlänge nur höchstens 200 mm zu betragen pflegt, steckt die Oberkante des Blattes ihrer ganzen Länge nach in einer hölzernen Handhabe mit Griff, welche theils dem Sägeblatte grössere Steifigkeit verleiht, hauptsächlich aber auch den Zweck hat, dem Arbeiter das Angreifen oberhalb des Blattes (statt, wie beim Fuchsschwanze, in gleicher Höhe mit demselben) zu ermöglichen. Die Zahnschneiden sind der Griffseite zugekehrt („auf Zug gestellt“). Man benutzt die Gratsäge, welche mit beiden Händen erfasst wird, um auf breiten Flächen Sägeschnitte von geringerer Tiefe auszuführen; insbesondere ist dieselbe alsdann unentbehrlich, wenn diese Einschnitte auf einem oder auf beiden Enden den Rand des Arbeitsstückes nicht berühren dürfen, für welche Zwecke der Fuchsschwanz wegen der tieferen Stellung seines Handgriffs nicht benutzbar sein würde.

b. Gespannte Handsägen.

Die Oertersäge, Schliesssäge und Schweifsäge.

Diese in ihrer allgemeinen Form und Anwendung bekannte Säge ist in Fig. 49 abgebildet. Der Rahmen oder das Gestell derselben besteht aus den beiden Armen oder Hörnern *hh* und dem parallel zum

Fig. 49.



Sägeblatte angeordneten Stege *s*. Letzterer ist an beiden Enden mit Schlitzen versehen, in welchen die beiden Arme in der Mitte ihrer Länge derartig befestigt sind, dass eine geringe Drehung derselben möglich ist. Das Sägeblatt endigt in schmalen Angeln, welche in die gespaltenen cylindrischen Zapfen der Griffe *gg* eingeschoben und dort mit Hülfe kleiner durchgesteckter Bolzen befestigt werden; die Zapfen der Griffe aber sind in den Zapfenlöchern beliebig drehbar, wodurch das Sägeblatt unter beliebigem Winkel zur Ebene des Rahmens eingestellt werden kann. Diese Einrichtung erleichtert nicht nur in vielen Fällen die Arbeit erheblich, sondern macht es allein möglich, tiefere Schnitte als der Abstand zwischen Sägeblatt und Steg beträgt, auszuführen. Die Spannung des Sägeblattes wird nun mit Hülfe des am entgegengesetzten Ende über die Arme geschlungenen Spannstrickes hervorgebracht, welcher vermittelst des Knebels *u* mehr oder weniger zusammengedreht werden kann und solcherart in Folge seiner Verkürzung das Sägeblatt anspannt. Bekanntermaassen hindert der Steg *s*, gegen welchen der Knebel sich anlegt, denselben vor dem Zurückschlagen.

Die Zähne sind einseitig wirkend, recht- oder stumpfwinklige Dreiecke, die Benutzung der Säge geschieht ein- oder zweimännig und im ersteren Falle stets auf Stoss (beim Vorwärtsgange schneidend). Der Unterschied zwischen Oerter- und Schliesssäge beruht allein in den ab-

weichenden Grössenverhältnissen. Grössere Sägen mit circa 800 mm Blattlänge, 50 mm Blattbreite, 0,4 bis 0,7 mm Blattstärke und 5 mm Zahntheilung heissen Oertersägen, kleinere mit 500 bis 700 mm Blattlänge, 40 bis 50 mm Blattbreite, 0,4 bis 0,5 mm Blattstärke und 3 bis 4 mm Zahntheilung heissen Schliesssägen.

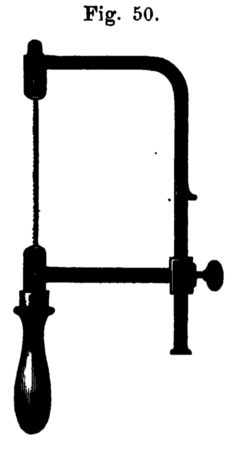
Soll die Säge jedoch zu krummlinigen Schnitten (Schweifungen) benutzt werden, so würde aus nahe liegenden Gründen ein breites Sägeblatt hierfür nicht geeignet sein; man wendet dann Sägen von der Grösse der Schliesssägen oder noch kleinere an, deren Blatt nur 15 bis 25 mm Breite bei 0,4 bis 1 mm Stärke besitzt und nennt dieselben Schweifsägen.

Eine Abart der letzteren bilden die Aushängesägen; das Blatt derselben ist an dem einen Ende mit einem Loche in einem am Zapfen des Handgriffs befestigten Haken eingehängt, um rasch ausgehängt werden zu können, ein Fall, welcher beim Aussägen rund umgrenzter, mit dem Rande nicht in Verbindung stehender Oeffnungen (für deren Herstellung auch die Stichsäge dienen kann) vorkommt.

Bogensäge und Laubsäge.

Bei Sägen von noch kleineren Abmessungen, als sie die oben beschriebene Schliesssäge besitzt, pflegt man das aus Armen, Steg und Spannstrick bestehende Gestell der grösseren Sägen durch einen einzigen Bügel oder „Bogen“ aus Holz oder Eisen zu ersetzen, wobei das Blatt entweder durch die Federkraft des letztern oder auch wohl durch Anziehen einer Schraubenmutter gespannt wird, welche an Stelle des rechten Handgriffs der Oertersägen (Fig. 49) sich befindet, während statt des Zapfens desselben eine mit dem Sägeblatte verbundene und durch den Bügel hindurchgesteckte Schraube zur Befestigung dient. Solche kleine Sägen, welche mehr für Forst- und Gartenarbeit, als in den Werkstätten der eigentlichen Holzarbeiter benutzt zu werden pflegen, heissen Bogensägen.

Fig. 50.



Ist die Säge jedoch zum genauen Ausschneiden kleiner durchbrochener und eingelegter Arbeiten bestimmt, so heisst sie Laubsäge und besitzt diesem Zwecke entsprechend mehrere Eigenthümlichkeiten. Das Blatt der Laubsäge wird aus einer Uhrfeder hergestellt, ist nur 1 bis 2 mm breit, 0,25 bis 0,35 mm dick, 75 bis 125 mm lang, bei einer Theilung von 0,6 bis 1,5 mm. Die Zähne sind nicht geschränkt, sondern gestaucht; da das Blatt sich aus denselben Gründen wie dasjenige der oben beschriebenen Aushängesäge aus seiner Verbindung mit dem

Gestelle oder Bogen lösen lassen muss, die geringe Breite aber die Anbringung eines Loches zum Ein- und Aushängen nicht mehr gestattet, wird es durch Klemmschrauben zwischen gespaltenen Zapfen des Griffes und Gestelles festgeklemmt (Fig. 50). Damit die Säge auch in grösserem Abstande vom Rande angewendet werden könne, muss das Gestell eine entsprechende Höhe besitzen; dasselbe wird entweder, wie bei den Oerter- und Schliesssägen, aus Armen, Steg und Spannstrick gebildet oder besteht — was häufiger der Fall sein dürfte — aus einem Bogen, der aber, wie es die Abbildung zeigt, aus zwei Theilen zusammengesetzt ist, deren eines in einer Hülse des zweiten verschiebbar ist und mit Hülfe einer Klemmschraube festgestellt wird, damit man kürzere oder längere Sägeblätter einlegen und spannen kann.

Sägemaschinen.

Bei denselben macht das Sägeblatt stets die Hauptbewegung, das Arbeitsstück fast stets die Schaltbewegung. Die Hauptbewegung findet entweder, wie bei den Handsägen, abwechselnd hin- und zurückgehend statt oder stetig nach derselben Richtung in einer Curve ohne Ende.

Die Sägemaschinen finden sowohl für die Zertheilung gefällter Holzstämme zu Bohlen und Brettern, als auch für die fabrikmässige weitere Verarbeitung der letzteren zu Gebrauchsgegenständen eine ungemein häufige Anwendung.

Gattersägen.

Dieselben werden stets durch Elementarkraft betrieben und bilden den wesentlichsten Bestandtheil der Säge- oder Schneidmühlen, in welchen Baumstämme der Länge nach entweder durch Entfernung der äusseren Segmentstücke vierkantig beschnitten oder häufiger noch in einzelne Bretter zersägt werden.

Ein oder mehrere parallele Sägeblätter sind innerhalb eines rechteckigen Rahmens, welcher das Gatter heisst, parallel zu den langen Seiten desselben befestigt und werden mit demselben zwischen Führungen in senkrechter oder schwach geneigter, mitunter auch wohl in horizontaler Richtung hin- und herbewegt. Die Bewegung erfolgt von einer meistens unterhalb des Gatters gelagerten Welle durch Kurbel und Schubstange. Das Arbeitsstück ist auf einem Wagen befestigt und erhält mit diesem durch besondere Mechanismen die Schaltbewegung, meistens in horizontaler Richtung, selten — und zwar nur bei einzelnen horizontal bewegten Gattern — in senkrechter Richtung.

Die Zahnspitzen der Sägeblätter liegen stets in gerader Linie. Die Säge kann einseitig oder doppelt wirkend sein und schneidet im ersten Falle bei vertikalen Gattern während des Niederganges. Bei einseitiger Wirkung wendet man rechtwinklige oder überhängende Dreieckszähne (Fig. 41 u. 42 a. S. 64) oder Wolfszähne (Fig. 45 a. S. 67) an; für Sägen mit zweiseitiger Bezahnung entweder gleichschenklige Dreieckszähne mit doppelter Schneidkante und erweiterter Zahnlücke (Fig. 43 a. S. 65) oder zwei Gruppen einseitig wirkender Zähne.

Die Länge des ganzen Sägeblattes beträgt 1,2 bis 2,4 m, die Länge der Zahnreihe 0,9 bis 1,9 m, die Breite des Sägeblattes 125 bis 250 mm, die Dicke 1 bis 2,5 mm, beim Zerschneiden werthvollen Holzes in sehr dünne Bretter (Furniere), wobei der Holzverlust durch Zerspanung möglichst eingeschränkt werden muss, oft noch weniger. Als Zahntheilung rechnet man bei gewöhnlichen Brettsägen 25 bis 50 mm, bei Furniersägen 6 bis 12 mm.

Bei Vertikalgattern kommen hinsichtlich der Haupt- und Schaltbewegung folgende Anordnungen vor:

1. Die Säge schneidet im Auf- und Niedergange. Das Sägeblatt ist derartig im Gatter eingespannt, dass die Zahnspitzenlinie vertikal liegt; die Bewegung des Gatters erfolgt ebenfalls in vertikaler Richtung. Der Vorschub des Arbeitsstückes geht ohne Unterbrechung vor sich.

2. Die Säge schneidet nur im Niedergange. Die Zahnspitzenlinie ist um einen Winkel von 15 bis 24 Minuten gegen die Vertikale nach vorn geneigt (die Säge ist „im Busen aufgehängt“; der Abstand des oberen und unteren Zahnes in der Horizontalprojection heisst „Busen“ oder „Anlauf“); die Bewegung des Gatters ist vertikal. Durch diese Anordnung wird offenbar ein Zurückgehen der Zahnspitzen ohne Berührung mit dem Holze ermöglicht; der Vorschub erfolgt entweder ohne Unterbrechung oder, was nur noch bei veralteten Einrichtungen üblich ist, nur während des Aufganges und ruht beim Niedergange.

3. Die Säge schneidet im Niedergange; Zahnspitzenlinie und Bewegung des Rahmens sind vertikal. Der Vorschub erfolgt während des Schneidens und ruht beim Aufgange (üblichste Anordnung).

4. Die Zahnspitzenlinie steht vertikal, der Rahmen wird in einer nach rückwärts geneigten Lage geführt (venetianische Sägegatter). Das Schneiden erfolgt beim Niedergange, der Vorschub beim Aufgange oder ununterbrochen.

Die Geschwindigkeit des Schnittes beträgt bei neueren Sägemühlen 4 bis 6 m per Secunde, bei älteren nur 1,5 bis 2 m.

Ist in einem Gatterrahmen nur ein Sägeblatt in der Mitte eingespannt, so heisst das Gatter Mittelgatter, sind ein oder zwei Sägeblätter in solcher Weise angeordnet, dass sie zum Säumen eines Bloches verwendet werden, so heisst es Saumgatter oder Schwartengatter; ein Rahmen mit mehr als zwei Sägeblättern wird Voll- oder Bundgatter genannt.

Ist jedoch bei Gattern mit einem Sägeblatte dasselbe nicht innerhalb des Rahmens, sondern, wie bei der gewöhnlichen Bogensäge, als eine Seite des Rahmens angeordnet, so heisst das Gatter Halbgatter.

In Rücksicht auf die für Vertikalgatter erforderliche Herstellung eines entsprechend hohen Gebäudes, sowie ferner auf die durch das Gewicht des Gatters hervorgerufene Unregelmässigkeit der Arbeitsvertheilung beim Auf- und Niedergange hat man, wie schon erwähnt, ausser den vertikalen auch Horizontalgatter zur Anwendung gebracht, gewöhnlich mit einem einzigen Sägeblatte, welches in der Horizontalebene beim Vor- und Rückgange schneidet, während der Bloch entweder in horizontaler, seltener in vertikaler Richtung gegen dasselbe vorgeschoben wird. Bei vertikalem Vorschube muss natürlicherweise die Ebene des Sägeblattes in dem horizontalen Rahmen ebenfalls vertikal gerichtet sein.

Der Gatterrahmen oder das Gatter wird aus Holz oder neuerdings häufiger aus Eisen hergestellt. Dasselbe soll bei möglichst geringem Gewichte eine ausreichende Festigkeit besitzen, theils um dem Sägeblatte die nöthige Spannung zu verleihen und anderntheils um selbst vor Beschädigungen und frühzeitiger Abnutzung gesichert zu sein. Die von jedem einzelnen Sägeblatte ausgeübte Spannung ist nicht unbedeutend und wird von Kankelwitz auf annähernd $= 200\ s^2$ kg geschätzt, worin s die Dicke des Sägeblattes in Millimetern bedeutet. Unter der Summe der Spannungen sämmtlicher Sägeblätter eines Gatters darf mithin die Elasticitätsgrenze des Materiales desselben noch nicht erreicht werden.

Man nennt die langen, dem Sägeblatte parallelen Stäbe des Gatterrahmens Gatterschenkel oder Gatterstäbe, die kürzeren Querstäbe Gatterriegel.

Die Constructionen der Sägegatter im Einzelnen sind ungemein zahlreich. In Rücksicht auf die schon erwähnten, durch das Gewicht der Vertikalgatter hervorgerufenen Unregelmässigkeiten in der Arbeitsvertheilung beim Auf- und Niedergange sucht man dieselben so leicht als irgend möglich herzustellen und zieht aus diesem Grunde in neuerer Zeit das schmiedbare Eisen dem Gusseisen oder Holze als Material für dieselben vor. Beispielsweise mögen die Abbildungen Fig. 51 und 52 (a. f. S.) die Einrichtung eines eisernen Gatters veranschaulichen [1]). AA sind zwei gusseiserne Ständer, oben durch das Querstück B, unten durch die Fundamentplatte zu einem Rahmen als Führung und Stütze für das Gatter verbunden. Letzteres besteht aus den zwei Stahlstäben SS und den Stahlblech-Riegeln RR. An den Ständern sind die vier Führungsleisten $ff f_1 f_1$, an den Riegeln die gusseisernen prismatischen Backen $gg g_1 g_1$ angeschraubt, welche in ersteren gleiten. Es ist leicht ersichtlich, wie die Form der Backen g jede seitliche Verschiebung des Rahmens unmöglich macht. Die kleine Längsrinne in den Führungen ff dient zum

[1]) Uhland's praktischer Maschinenconstructeur 1873, S. 98.

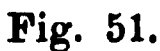


Fig. 51.



Fig. 52.

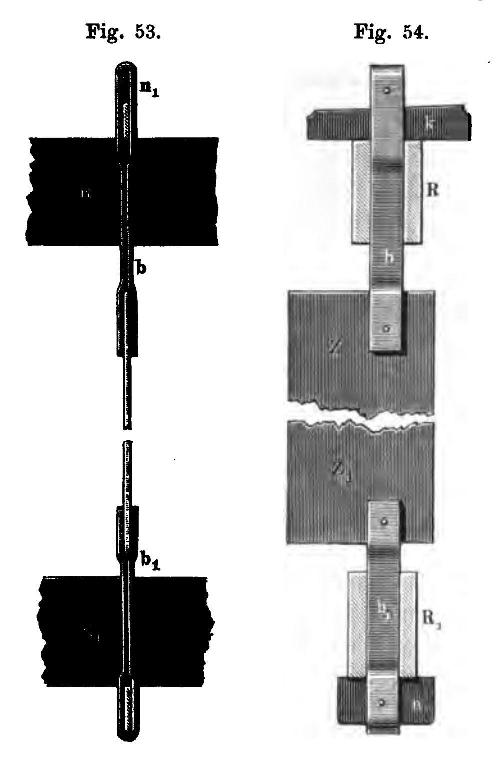
Ansammeln des Schmiermittels. Die Bewegung des Gatters wird durch zwei Schubstangen *T T* bewirkt, welche an jeder Seite des Rahmens an Zapfen *Z Z* in der Mitte der Stäbe *S S* angreifen.

Die Art und Weise der Befestigung der Sägeblätter im Gatter ist fast ebenso mannigfaltig, als die Construction des letzteren selbst. In allen Fällen ist das Blatt an seinen Enden zunächst in einer sogenannten Kappe durch Bolzen oder Schrauben befestigt, und diese Kappe nun in solcher Weise mit dem Rahmen verbunden, dass ein Spannen oder Herausnehmen des Sägeblattes sich ohne Schwierigkeit und in möglichst kurzer Zeit bewerkstelligen lässt. Eine einfache und gewiss recht zweckmässige Einrichtung dieser Art ist in Fig. 53 und 54 abgebildet [1]). Das Sägeblatt *Z* ist hier in den bügelartig geformten stählernen Kappen oder Kloben *b* und b_1 durch je ein Niet mit versenkten Köpfen befestigt (das Versenken der Nietköpfe ist nothwendig, um beim Schneiden dünner Bretter die einzelnen Säge-

[1]) Uhland's praktischer Maschinenconstructeur 1868, S. 211.

blätter, welche sämmtlich in derselben Weise befestigt werden, in möglichst geringen Abstand von einander bringen zu können). Beide Kappen sind zwischen den doppelt angeordneten Querriegeln R und R_1 (wie bei dem Gatter, Fig. 51 und 52) hindurchgesteckt und werden unten durch ein eingenietetes Flacheisenstück n, welches über beide Kanten des unteren Doppelriegels hinaustritt, oben durch einen Keil k festgehalten, durch dessen Anziehen die Spannung des Blattes hervorgerufen wird. Zum besseren Anschlusse des Keiles ist auch in dem oberen Bügel eine Kopfeinlage n_1 eingenietet, gegen deren unteren Rand sich der obere Rand des Keiles stemmt. Die Stärke der Kloben an der Stelle, wo das Sägeblatt befestigt ist, beträgt 8 mm; ebenso gross ist also die Entfernung von Blatt zu Blatt, wenn die Kloben dicht neben einander eingehängt sind; und wenn man hierbei Sägeblätter von 1,5 mm Stärke (das geringste Maass) anwendet, so würden Bretter von circa 6,5 mm Stärke erfolgen.

Fig. 53. Fig. 54.



Um bei Bundgattern die einzelnen Sägeblätter in einer der jedesmaligen Stärke der zu schneidenden Bretter genau entsprechenden Entfernung von einander einspannen zu können, pflegt man oben und unten vorräthig gehaltene Holzklötzchen von bestimmter Dicke zwischen die einzelnen Kappen der Blätter einzuschieben und alsdann die ganze Reihe vermittelst zweier an den Enden derselben vorgelegter Gusseisenplatten, welche durch horizontale Schraubenbolzen mit einander verbunden sind, zusammen zu spannen. Fig. 55 (a. f. S.) zeigt die eine Hälfte einer solchen Vorrichtung im Grundrisse [1]). S ist der eine gusseiserne Rahmenschenkel, RR die Riegel. nn sind die Holzklötzchen, zwischen denselben sind die einzelnen Kloben für die Sägeblätter sichtbar. Durch die Schraubenmuttern $s_2 s_2$ auf den Bolzen pp wird die eine der erwähnten Gusseisenplatten

[1]) Exner, Sägen und Sägemaschinen, Taf. XXII, Fig. 11.

gegen die Reihe der eingelegten Kloben und Holzklötze gepresst. Damit man jedoch auch im Stande sei, den Abstand zwischen dem letzten Säge-

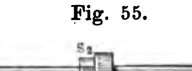
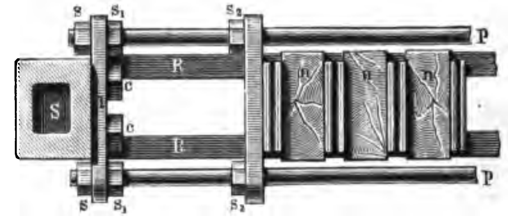


Fig. 55.



blatte und dem benachbarten Gatterschenkel genau festzulegen, gehen die Schrauben p mit entsprechend verlängerten Enden durch eine zweite, am Gatter befestigte Gusseisenplatte l hindurch und sind hier durch Mutter und Gegenmutter ($s s_1$) festgehalten.

Die Bewegung des Gatterrahmens erfolgt entweder durch eine Schubstange, welche an dem unteren Querriegel angeschlossen zu sein pflegt, oder besser durch zwei Schubstangen, welche — wie in Fig. 51 auf Seite 76 — an Zapfen angreifen, die einander gegenüber an irgend einer Stelle der Gatterschenkel angebracht sind oder auch Verlängerungen des oberen oder unteren Querriegels bilden. Wendet man Dampfkraft für den Betrieb an, so verbindet man auch wohl die Kolbenstange des Dampfcylinders unmittelbar mit dem Gatterrahmen, wodurch die Construction vereinfacht wird; diesem kleinen Vortheile steht jedoch der grössere Nachtheil gegenüber, dass, in Rücksicht auf die zulässige Geschwindigkeit des Gatters, die Kolbengeschwindigkeit der Dampfmaschine bisweilen anders ausfällt, als es dem günstigsten Wirkungsgrade derselben entsprechen würde.

Der schon oben erwähnte Blochwagen zur Aufnahme des zu sägenden Baumes oder Bloches besteht bei älteren Sägemühlen aus einem hölzernen oder eisernen Rahmen von der Länge des Arbeitsstückes, entweder auf zwei Paar Rädern befestigt, welche auf eisernen Schienen laufen oder auch auf mehreren Rollen gleitend, welche im Fussboden eingelassen sind. Die Entfernung zwischen den beiden Längsbalken des Rahmens muss eine solche sein, dass bei vertikalen Gattern die Sägeblätter zwischen denselben hindurch gehen können; auf den beiden Enden des Wagens sind zwei sogenannte Schemel befestigt mit irgend einer Vorrichtung zur sicheren Auflagerung des Arbeitsstückes. In Rücksicht auf die verschiedene Länge der zu schneidenden Bäume pflegt nur der eine dieser Schemel fest, der andere aber in der Achsenrichtung des Wagens, in einzelnen Fällen auch in der Querrichtung, um ein gewisses Maass verschiebbar zu sein. Ein solcher Blochwagen hat den ganzen Weg gleich der Schnittlänge zurückzulegen und muss bei Beendigung des Schnittes wieder an den Anfangspunkt des Weges zurück-

geführt werden. Das Gewicht des Wagens aber ist, in Rücksicht auf die bedeutende Länge desselben, beträchtlich, und seine Bewegung beim Vor- und Rückwärtsgange erfordert mithin einen nicht unbedeutenden Aufwand an Arbeit. Aus diesen Gründen bringt man häufig bei neueren Anlagen jenen schweren Rahmen ganz in Wegfall und an Stelle desselben zwei ganz kurze vierräderige Wagen, auf denen nur die Enden des Bloches oder Baumes gelagert und befestigt sind, so dass gewissermaassen durch den Baum selbst eine Verbindung beider Wagen zu einem Ganzen herbeigeführt wird. Die Wagen laufen wie bei der älteren Einrichtung auf Schienen. In der unten (Fig. 56 und 57) gegebenen Abbildung einer ganzen Anlage eines Bundgatters ist auch die Einrichtung eines derartigen Wagens erkennbar.

In allen Fällen aber ist es erforderlich, auch in Verbindung mit den Gatterständern noch ausserdem Stützpunkte für den Bloch anzuordnen, damit derselbe vor den sonst unvermeidlichen lebhaften Vibrationen durch die Sägeblätter bewahrt bleibe.

Der Vorschub (die Schaltbewegung) des Arbeitsstückes wird bei dem Blochwagen mit Rahmen gewöhnlich derartig hervorgebracht, dass eine am Wagen befestigte Zahnstange von einem durch die Maschine betriebenen Getriebe in entsprechender Weise bewegt wird; bei dem Blochwagen ohne Rahmen pflegt das Arbeitsstück selbst mit Hülfe zweier am Gatterständer gelagerter Walzen (vergleiche unten Fig. 56 und 57), welche ebenfalls durch die Maschine ihre Drehung erhalten, vorgeschoben zu werden und den Wagen mitzunehmen. Die Bewegungsübertragung auf den Mechanismus für die Schaltbewegung erfolgt bisweilen vom Gatter aus durch ein System von Hebeln und Zugstangen nebst Sperrvorrichtung [1]) und ist in diesem Falle intermittirend, d. h. sie findet nur bei der einen Hälfte des ganzen Umganges statt und ruht während der anderen Hälfte; häufiger aber von der Kurbelwelle aus, und zwar entweder für ununterbrochenen Vorschub mit Hülfe von Getrieben beziehentlich Friktionsscheiben, für intermittirenden Vorschub wiederum durch Excenter, Hebel und Zugstangen nebst Sperrung.

Die erforderliche Leistung der für den Betrieb einer Gattersäge anzulegenden Betriebsmaschine (Wasserrad, Dampfmaschine) schwankt natürlicherweise nach der Anzahl und Stärke der Sägeblätter, Geschwindigkeit der Bewegung u. s. w. in sehr weiten Grenzen. Nach Ermittelungen von Hartig an einer durch Wasserkraft betriebenen Gattersäge mit 460 mm Hubhöhe, 3,2 m Geschwindigkeit per Secunde, 2 bis 2,5 mm Schnittstärke und 1 bis 2,5 mm Vorschub per Schnitt betrug die per Stunde und Pferdestärke gelieferte Schnittfläche in Fichtenholz:

[1]) Die Sperrvorrichtung hat den Zweck, die doppelte Bewegung des Gatters in eine einseitige Bewegung des Arbeitsstückes umzusetzen, wobei während der einen Hälfte der Gatterbewegung leerer Gang des Schaltmechanismus eintreten muss. Eine für Sägegatter häufig angewendete Sperrvorrichtung ist unten (Fig. 56 und 57) abgebildet und beschrieben.

bei	4	Sägeblättern	im	Gatter	3,19	qm
„	6	„	„	„	4,90	„
„	11	„	„	„	5,21	„
„	12	„	„	„	6,62	„
„	15	„	„	„	4,98	„
„	18	„	„	„	3,78	„

so dass die günstigste Ausnutzung der geleisteten Arbeit bei der mittleren Zahl von 12 Sägeblättern im Gatter stattfand. Für den Leergang der Maschine wurden hierbei zwei Pferdestärken verbraucht, der totale Arbeitsverbrauch dagegen bezifferte sich folgendermaassen:

bei	4	Sägeblättern	6,87	Pferdestärken
„	6	„	7,00	„
„	11	„	7,28	„
„	12	„	10,78	„
„	15	„	10,29	„
„	18	„	13,85	„

Um den für eine bestimmte, stündlich zu liefernde Schnittfläche erforderlichen Arbeitsverbrauch im Voraus zu veranschlagen, kann man sich nach Hartig folgender Formel bedienen:

Es sei H die Hubhöhe des Gatters in Metern
s die Schnittbreite (Stärke) in Millimetern
Z die Zuschiebung des Blochs in Millimetern
N_0 der Arbeitsverbrauch im Leergange (etwa ein bis drei Pferdekräfte gemäss der Grösse und Construction des Gatters)
F die Grösse der Schnittfläche in Quadratmetern
so ist der totale Arbeitsverbrauch per Quadratmeter Fichtenholz:

$$N_0 + \left(0{,}046 + 0{,}224\,\frac{H s}{Z}\right) F.$$

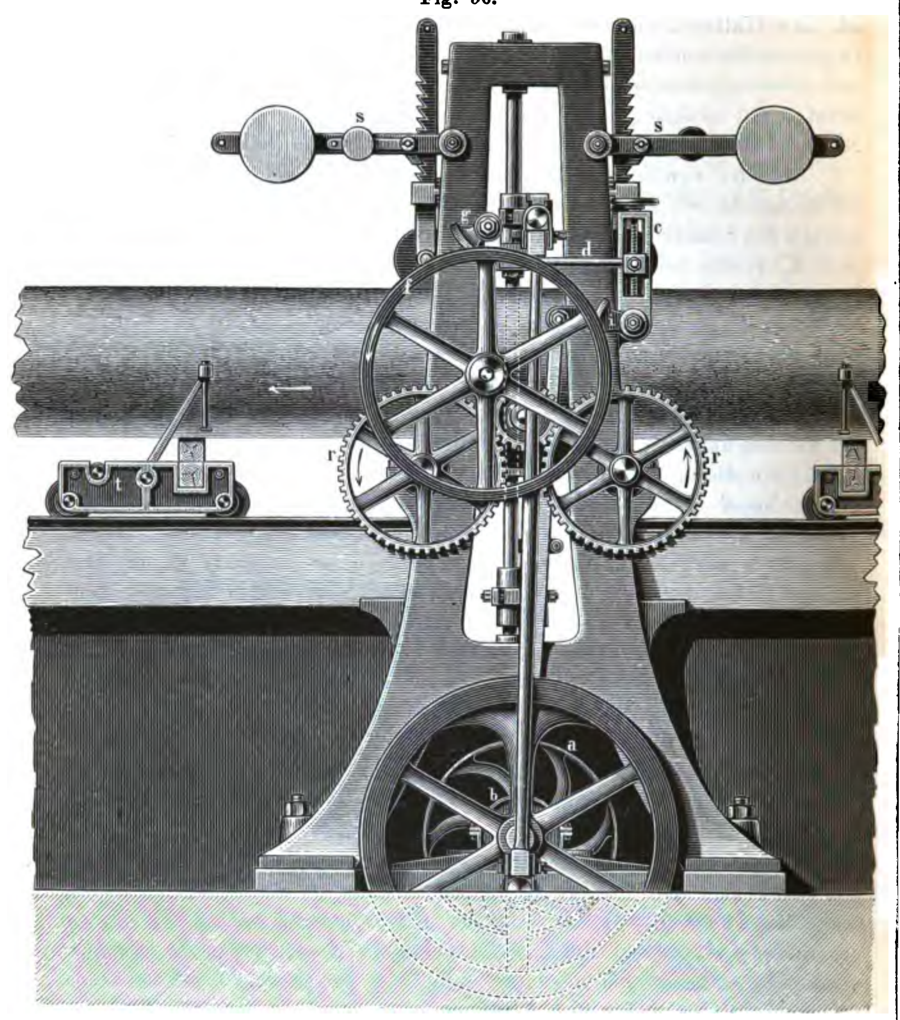
Zur Erläuterung der Art und Weise, wie die einzelnen besprochenen Theile einander ergänzen, ist in Fig. 56 und 57 ein vollständiges Bundsägegatter mit Zubehör (im Wesentlichen nach einem Vorbilde von Sam. Worssam & Comp. in London gebaut) in $^1/_{30}$ der wirklichen Grösse abgebildet. Dasselbe schneidet beim Niedergange und geht leer empor (Anordnung 3 auf S. 74). Die zwei oben durch ein Querstück verbundenen Hohlgussständer stehen auf einer gemeinschaftlichen Sohlplatte und sind mit derselben auf einem soliden Fundamente unterhalb des Fussbodens der Arbeitsstätte aufgeschraubt. Die Bewegungsübertragung von der Transmissionswelle aus erfolgt durch die Riemenscheiben $a a$, deren eine als Losscheibe beim Ausrücken dient. Auf den Enden

der Riemenscheiben sind die beiden Schwungräder befestigt, deren jedes eine Kurbelwarze trägt, an welche die beiden aufwärts gerichteten Schubstangen angreifen. Letztere erfassen, wie aus Fig. 57 (a. S. 83) erkennbar ist, den Gatterrahmen an zwei, als Verlängerungen des oberen Querriegels erscheinenden Zapfen und ertheilen demselben solcherart seine auf- und abwärtsgehende Bewegung. Der Gatterrahmen ist, damit er möglichst leicht ausfalle, aus Stahl gefertigt und die cylindrisch gedrehten Schenkel desselben sind in den gusseisernen Ständern geführt.

Auf der erwähnten Riemenscheibenwelle ist neben dem vorderen Schwungrade ein Excenter *b* befestigt, von welchem aus eine für den Betrieb der Schaltvorrichtung bestimmte Schubstange (dieselbe ist in Fig. 56 (a. f. S.) rechts neben der für den Antrieb des Gatters dienenden Schubstange erkennbar) getrieben wird. Diese erfasst den horizontalen Schenkel eines Winkelhebels, dessen Drehungsachse in einer an der Vorderseite des Ständers angegossenen Hülse gelagert ist und dessen zweiter senkrecht stehender Schenkel (in Fig. 56 mit *c* bezeichnet) geschlitzt und mit einer durchgehenden Schraubenspindel versehen ist, welche mit Hülfe des kleinen am Ende derselben befindlichen Handrädchens gedreht werden kann. An diesen Schenkel des Winkelhebels ist die horizontale Stange *d* angeschlossen, so dass durch Drehung des Handrädchens ihr Angriffspunkt in veränderlichen Abstand von dem Drehungspunkte des Hebels gebracht werden kann. Diese Stange setzt einen aufwärts gerichteten, auf die Achse des Rades *f* lose aufgesteckten einarmigen Hebel in hin- und hergehende Bewegung, dessen unteres Ende in Fig. 56 durch den Arm des Rades *f* verdeckt ist, während das obere, über den Rand des Rades vorstehende Ende die an einem Bolzen aufgehängte Klinke *g* trägt. Dieselbe greift mit ihrem Rande in den Umfang des Rades *f* ein, welcher zu diesem Zwecke nuthenförmig gestaltet ist (vergleiche auch in Fig. 57 die Stirnansicht des Rades), während der Querschnitt der Klinke nach dem Umfange zu eine der Form jener Nuthe entsprechende Keilform besitzt. Jener bogenförmige Rand der Klinke steht aber excentrisch gegen die Drehungsachse derselben; in Folge hiervon wird sich bei der Drehung des Hebels in der einen Richtung (nach links in Fig. 56) der Rand der Klinke alsbald fest in die Nuthe des Rades *f* einpressen und dasselbe ebenfalls in entsprechende Drehung versetzen, während bei dem Rückgange des Hebels sich die Klinke aus der Nuthe löst und das Rad frei lässt, welches solcherart nur Drehung in einer und derselben Richtung während eines halben Hubes der Maschine erhält und während der anderen Hälfte steht. Damit jedoch nicht etwa durch die Reibung der Klinke das Rad trotzdem wieder zurückgeführt werden könne, ist auf der verlängerten Drehungsachse des Hebels *c* eine zweite eben solche, aber entgegengesetzt excentrische, Klinke *i* aufgehängt. Wenn also bei der Drehung des Hebels *c* nach links die Klinke *g* zum Eingriffe kommt, weicht die Klinke *i* aus, greift aber bei umgekehrter Bewegung sofort in das Rad ein und hindert

dessen Rückgang[1]). Auf der Achse des Schaltrades *f* ist ein kleines Getriebe befestigt (in Fig. 57 sichtbar); dieses treibt ein zweites Ge-

Fig. 56.

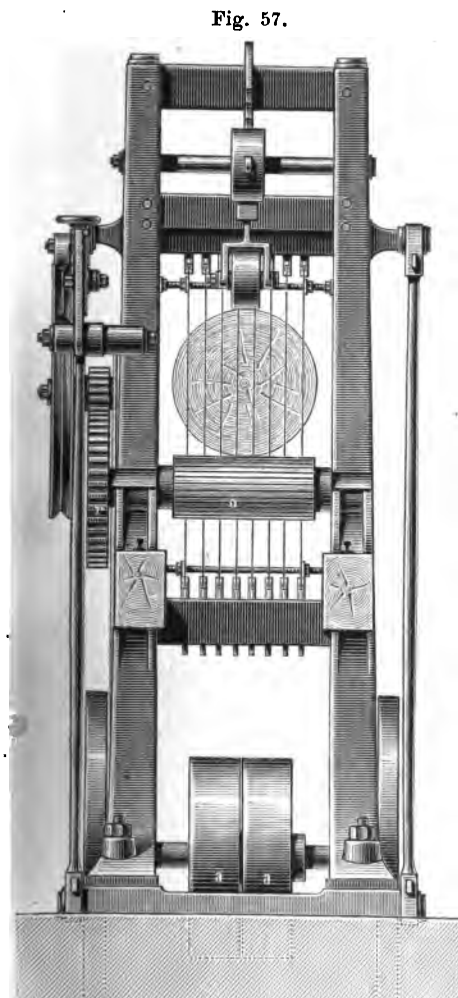


triebe (Fig. 56), welches mit zwei grösseren, seitlich gelagerten Getrieben *r r* im Eingriffe steht und denselben Drehung in gleichem Sinne ertheilt. Auf der an den Ständern gelagerten Welle jedes dieser beiden Getriebe sitzt eine Riffelwalze *o*, auf welcher der zu schneidende Baum

[1]) Dieser von dem Engländer Samuel Worssam erfundene Mechanismus zeichnet sich durch Einfachheit und geräuschlosen Gang aus und findet unter dem Namen „Bremsschaltung" oder „geräuschlose Schaltung" eine sehr häufige Benutzung für Gattersägen.

liegt und durch welche derselbe nunmehr jedesmal während des halben Hubes (während des Schnittes) einen Vorschub empfängt, dessen Maass sich in der schon beschriebenen Weise (durch Verstellung des Angriffspunktes der Schubstange im Hebel *c*) auch während des Ganges der Maschine verändern lässt.

Fig. 57.



Endlich sind zur Verhütung des Anhebens des Baumes beim Aufgange des Gatters zwischen den Ständern die beiden durch Gewichte beschwerten Hebel *ss* an horizontalen, die Ständer mit einander verbindenden Wellen angebracht und in Schlitzen derselben senkrechte Druckstangen verstellbar befestigt, deren untere mit Rollen versehene Enden auf die Oberkante des Baumes drücken. Es wird ohne weitere Erklärung leicht erkennbar sein, wie die Druckstangen, gemäss der verschiedenen Stärke des Baumes, in einfachster Weise höher oder niedriger gestellt werden können, ohne dass deshalb eine Aenderung der horizontalen Lage der Hebel *ss* erforderlich wird.

Die Enden des Baumes ruhen auf zwei vierräderigen, auf Schienen laufenden Blochwagen *t*; jeder derselben ist mit zwei schräg gestellten Armen versehen; in den oberen Enden dieser Arme dreht sich je eine gegen den Baum gerichtete Schraubenspindel mit breitem verzahntem Ende, durch deren Anziehen der Baum in einfachster Weise auf dem Wagen festgespannt wird. Ein über jeden Wagen gelegtes Querholz kann als Unterlage des Baumes und zur Hervorbringung der richtigen Höhenlage desselben dienen.

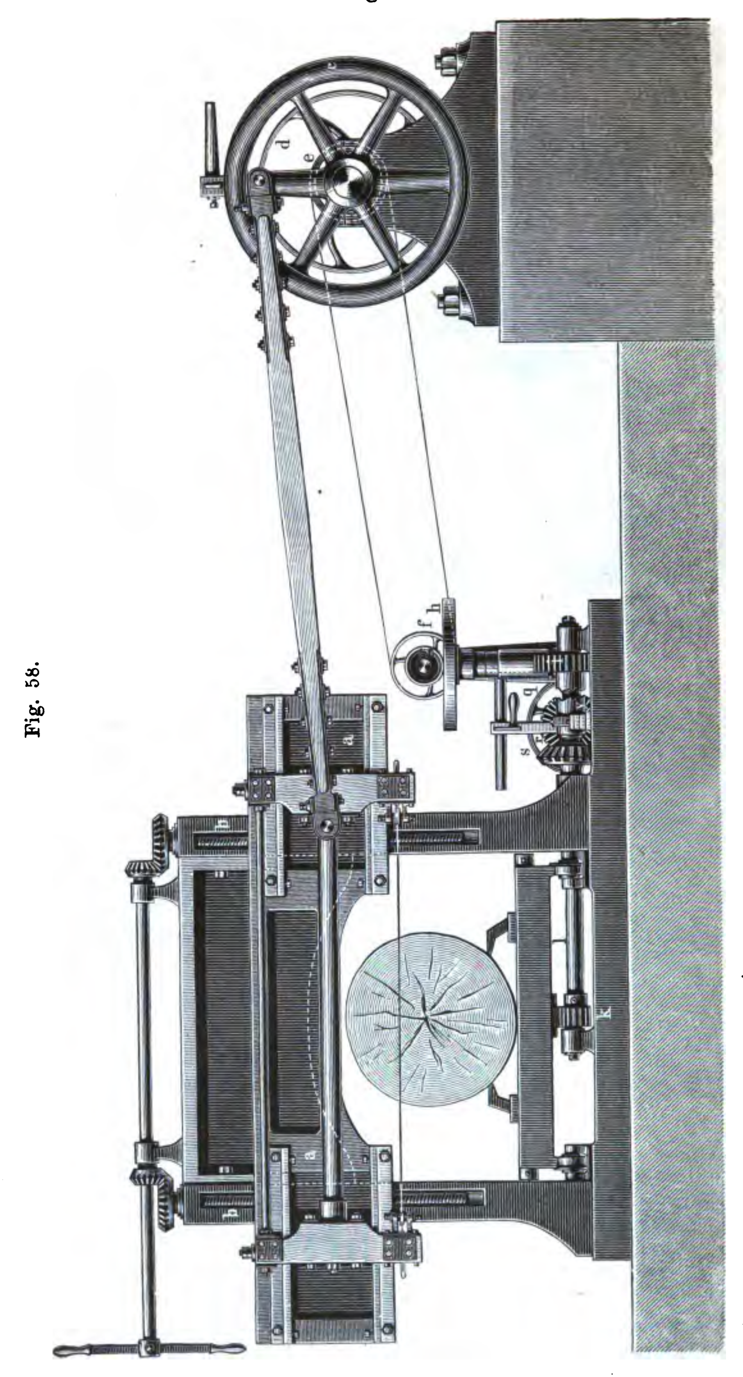
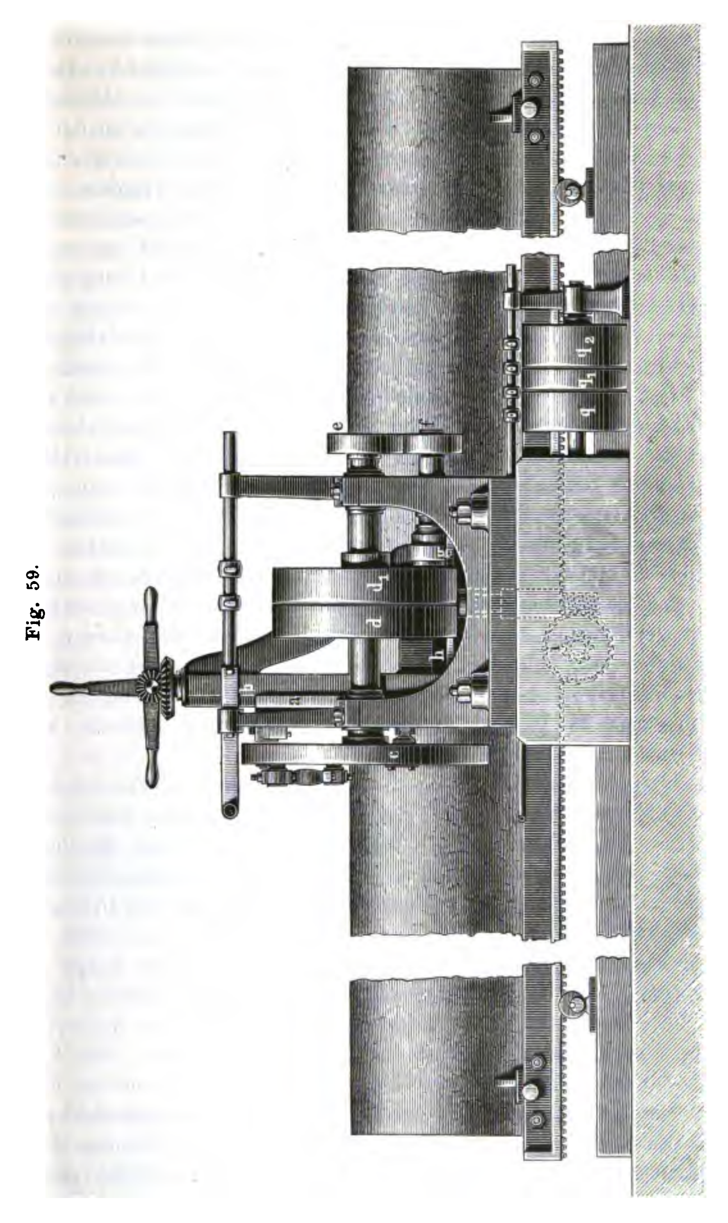


Fig. 58.

Zur Veranschaulichung der Einrichtung eines horizontalen Sägegatters ist auch ein solches, und zwar mit horizontalem Vorschube —

Fig. 59.



ebenfalls in der Chemnitzer Werkzeugmaschinenfabrik nach englischem Muster gebaut — in Fig. 58 und 59 in $^1/_{30}$ der wirklichen Grösse ab-

gebildet, welches vorzugsweise zum Schneiden dünner Brettchen (Halbfurniere) aus werthvollen Hölzern bestimmt ist. Der zur Aufnahme von nur einem Sägeblatte bestimmte Gatterrahmen ist hier als „Halbgatter“ construirt, d. h. das Sägeblatt befindet sich an der einen Seite desselben. Die Säge schneidet beim Vor- und Rückwärtsgange und das Blatt ist in ähnlicher Weise im Rahmen eingespannt, wie es auf S. 77 durch die Abbildungen Fig. 53 und 54 erläutert wurde. Mit zwei Paar Schiebern an der Rückseite der Vertikalriegel des Gatterrahmens gleitet derselbe sicher in Führungen, welche an der Vorderseite des horizontalen Trägers *a* angeschraubt und zur Vermeidung jedes Schlotterns des Rahmens zum Nachstellen eingerichtet sind. Der Träger *a* ist seinerseits senkrecht an Prismenführungen der Ständer *bb* verschiebbar, während letztere oben durch ein Querstück, unten durch die Sohlplatte zu einem soliden Ganzen verbunden sind. Die Verschiebung und Einstellung des Trägers *a* geschieht mit Hülfe der innerhalb der Ständer befindlichen in Fig. 58 sichtbaren zwei senkrechten Schraubenspindeln, welche durch kräftige an der Rückseite des Trägers befestigte und in die betreffenden Schlitze der Ständer hineingreifende Schraubenmuttern hindurchgehen. Durch Drehung der Schrauben wird offenbar der Träger langsam und sicher in senkrechter Richtung bewegt werden und sich solcherart vor jedem neuen Schnitte in entsprechender Höhenlage einstellen lassen. Damit aber diese Bewegung auf beiden Enden durchaus übereinstimmend erfolge und jede Schrägstellung des Trägers durch ungleichmässige Drehung der Schrauben vermieden werde, sind auf den oberen Enden der letzteren zwei gleiche Winkelräder befestigt, welche durch zwei Getriebe auf einer gemeinschaftlichen horizontalen Welle mit Hülfe eines am Ende der Welle aufgesteckten Handkreuzes gedreht werden, wie sich aus den Abbildungen ergiebt.

Der Gatterrahmen erhält seine Bewegung durch die in Fig. 58 deutlich sichtbare hölzerne Schubstange, deren entgegengesetztes Ende an eine Kurbelwarze am Schwungrade *c* angeschlossen ist. Auf der horizontalen Welle des letzteren befinden sich die beiden Riemenscheiben $d d_1$, von welchen die eine von der Transmissionswelle aus die Drehung auf das Kurbelrad überträgt, während die andere als Losscheibe dient, damit man nach beendigtem Schnitte die Bewegung so lange unterbrechen könne, bis Verstellung des Sägeblattes bewirkt worden ist.

In Rücksicht auf den ununterbrochen stattfindenden Schnitt muss auch der Vorschub des Arbeitsstückes continuirlich sein. Zur Ausführung desselben ist zunächst auf dem Ende der Welle, welche die Riemenscheiben $d d_1$ und das Rad *c* trägt, die kleine Riemenscheibe *e* befestigt, von welcher aus die Bewegung auf die zweite Riemenscheibe *f* fortgepflanzt wird. Die in einer entsprechend langen Hülse gelagerte Welle des letzteren trägt am anderen Ende die mit Leder überzogene Friktionsrolle *g*, welche auf der Friktionsscheibe *h* läuft und dieser die Bewegung mittheilt. Die senkrechte Welle dieser letzteren endigt am

unteren Ende in einer Schnecke (in Fig. 59 punktirt gezeichnet) im Eingriffe mit dem Schneckenrade *i*, welches nun durch Vermittelung der Horizontalwelle *l* das in der Mitte unterhalb des Gatters gelagerte Getriebe *k* in Umlauf setzt. Dieses greift in eine lange unterhalb des Blochwagens befindliche Zahnstange und schiebt solcherart diesen gegen das Sägeblatt vor. Die Art der Befestigung des Bloches auf dem Wagen dürfte aus Fig. 58 erkennbar sein; zur Unterstützung des Wagens dienen mehrere Paare in angemessenen Abständen auf parallelen Schwellen befestigter Rollen, auf denen der Wagen mit angeschraubten gehobelten Schienen gleitet.

Um nun den Wagen nach beendigtem Schnitte rasch zurückführen zu können, sind seitlich von der Maschine auf besonderer Welle die drei Riemenscheiben $q\, q_1\, q_2$ angebracht, von welchen die mittlere Festscheibe ist, während die beiden anderen als Losscheiben zur Aufnahme eines offenen und eines gekreuzten Riemens von der Transmissionswelle her dienen. Je nachdem man den einen oder anderen derselben auf die Festscheibe rückt, wird diese nach der einen oder anderen Richtung gedreht werden. Diese Drehung wird durch die Welle der Riemenscheiben auf das Winkelrad *r* (Fig. 58), von diesem auf das zweite Winkelrad *s* übertragen, welches auf der Welle *l* befestigt ist, und somit auch diese sammt dem Getriebe *k* in rasche Drehung nach der einen oder anderen Richtung — je nachdem der offene oder gekreuzte Riemen aufliegt — versetzt und der Wagen vor- oder rückwärts bewegt. Diese Bewegung würde jedoch unmöglich sein, sofern nicht das Schneckenrad *i* mit seiner Schnecke zuvor ausser Eingriff gesetzt wird. Zu diesem Ende besteht die Welle *l* aus zwei Stücken, welche innerhalb der langen Nabe des Rades *i* stumpf zusammenstossen; die Klauenkupplung *y*, welche mit Hülfe des in Fig. 58 sichtbaren Handhebels leicht auf der Welle verschoben werden kann und durch Nuthe und langer Feder mit derselben verbunden ist, dient, sobald sie mit *i* in Eingriff gesetzt ist, zur Bewegungsübertragung von *i* auf *l*; wird sie, wie in Fig. 58, ausgerückt, so läuft *i* leer und es kann nunmehr die Rückführung des Wagens in der geschilderten Weise bewirkt werden.

Mulay-Sägen.

In Berücksichtigung der Thatsache, dass bei Gattersägen die Bewegung des verhältnissmässig schweren Gatters einen nicht unbeträchtlichen Arbeitsaufwand erheischt, das zulässige Maximum der Hubgeschwindigkeit beeinträchtigt und solcherart die Arbeit vertheuert, wird von nordamerikanischen Fabriken zum Ersatze der Gattersägen eine Sägegattung geliefert, bei welcher das Sägeblatt ohne Rahmen

bewegt wird und welche den Namen Mulay-Sägen erhalten hat. Das Sägeblatt ist ungespannt; damit es totzdem die nöthige Steifigkeit erhalte, muss es eine beträchtliche Breite und Dicke besitzen und zwar rechnet man durchschnittlich 310 mm Breite und 6 mm Stärke bei circa 600 mm Hub und 300 bis 400 Hüben per Minute. Hierdurch geht freilich ein grosser Theil der durch Ersparung des Rahmens erlangten Vortheile wieder verloren; denn nicht allein wächst in direktem Verhältnisse mit der Dicke des Sägeblattes der Arbeitsverbrauch, sondern auch der Holzverlust durch Spanbildung. Das Sägeblatt wird senkrecht bewegt und schneidet beim Niedergange. Die beiden Enden desselben sind in Schiebern (Gleitstücken) befestigt, welche in senkrechten, an dem Balkenwerke des Gebäudes angeschraubten Führungen gleiten; an dem unteren dieser Schieber ist die Schubstange angeschlossen, welche von der Kurbel aus die Bewegung auf das Sägeblatt überträgt. Zur Verhütung des seitlichen Ausweichens des ungespannten Sägeblattes wird dasselbe unmittelbar unterhalb und oberhalb des zu schneidenden Baumes, also da, wo es aus dem Holze austritt, zwischen je einem Paare sich dicht an das Blatt anlegender Holzleisten hindurchgeführt, von denen das obere Paar, gemäss der verschiedenen Stärke der Arbeitsstücke, sich in grösserer oder geringerer Höhe über dem unteren Paare einstellen lässt.

Man hat Mulay-Sägen mit einem oder mehreren Sägeblättern; auch auf europäischen Sägewerken sind dieselben mitunter zur Anwendung gekommen, doch, wie es scheint und wie sich aus den oben erwähnten Gründen annehmen lässt, mit nicht recht befriedigendem Erfolge. Näheres über die Einrichtung der Mulay-Sägen: W. F. Exner, Handsägen und Sägemaschinen, I. Theil, Weimar 1878, Seite 327.

Ausschneidesägen (Decoupirsägen, Schweifsägen) und Laubsägemaschinen.

Unter diese Benennung gehören eine grosse Zahl verschieden geformter Sägemaschinen, welche sämmtlich vorwiegend den Zweck verfolgen, beim Ausschneiden von beliebig gestalteten Figuren aus Brettern oder Furnieren benutzt zu werden und somit einen Ersatz für die von Hand geführte und deshalb langsamer arbeitende Schweifsäge, Aushängesäge und Laubsäge (Seite 72) zu bilden, nicht selten aber auch — obgleich weniger vortheilhaft als die unten zu besprechenden Bandsägen — in Tischlerwerkstätten an Stelle der Oerter- und Schliesssäge zur einfachen Durchtheilung von Brettern etc. benutzt werden. Als grösste zulässige Stärke der mit solchen Sägen zu schneidenden Bretter pflegt man 80 mm zu rechnen; ausnahmsweise kommen jedoch auch Sägen vor,

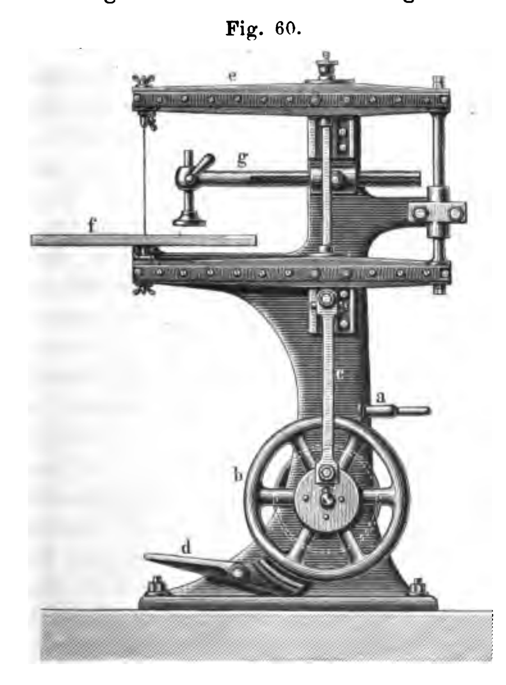
welche Hölzer bis zu 300 mm Stärke zu schneiden vermögen. Bei allen den hierher gehörigen Sägen macht das Blatt die Hauptbewegung in senkrechter Richtung auf- und niedergehend; die Zähne sind einseitig wirkend und schneiden beim Niedergange; das Brett ruht auf einem horizontalen mit einem Ausschnitte für den Durchgang des Sägeblattes versehenen Tische und wird von Hand gegen das Sägeblatt vorgeschoben. Die Geschwindigkeit des Sägeblattes beträgt mindestens 2 m in der Secunde, die Länge desselben 75 bis 350 mm, Hubhöhe 50 bis 250 mm, Anzahl der Hübe per Minute 300 bis 1000.

Die kleinsten dieser Sägen, zum Ersatze der Handlaubsägen bestimmt und deshalb mit Sägeblättern von nur 0,8 bis 1 mm Breite und 0,25 bis 0,35 mm Stärke versehen, sind die Laubsägemaschinen.

Der äusseren Anordnung zufolge lassen sich die sämmtlichen Ausschneide- und Laubsägemaschinen in zwei Gruppen eintheilen.

Bei der einen derselben ist das Sägeblatt in einen Rahmen eingespannt, welcher in senkrechten Führungen gleitet und durch Kurbel und Schubstange oder in ähnlicher Weise senkrecht bewegt wird. Eine solche Säge ähnelt demnach ausserordentlich einer Gattersäge im Kleinen mit nur einem Sägeblatte (Halb- oder Mittelgatter), bei welcher aber der Vorschub des immerhin kleinen Arbeitsstückes von Hand erfolgt. Eine derartige Säge nach englischem Systeme (aus der deutschen Werkzeugmaschinenfabrik vormals Sondermann & Stier in Chemnitz) mit 150 mm grösster Hubhöhe ist in Fig. 60 in $^1/_{20}$ der wirklichen Grösse abgebildet. Der Antrieb von der Transmissionswelle aus erfolgt vermittelst einer Riemenscheibe, welche auf der dem Beschauer abgewendeten Seite befindlich und deshalb punktirt gezeichnet ist. Zur Ausrückung ist neben der Riemenscheibe eine Losscheibe angebracht und eine Riemengabel mit Handgriff *a* dient zur Verschiebung des Riemens. Auf der Riemenscheibenwelle sitzt das Schwungrad *b* nebst Schlitzkurbel, an welche in einem der Stärke des Arbeitsstückes entsprechendem Abstande von der Drehungsachse die Schubstange *c* angeschlos-

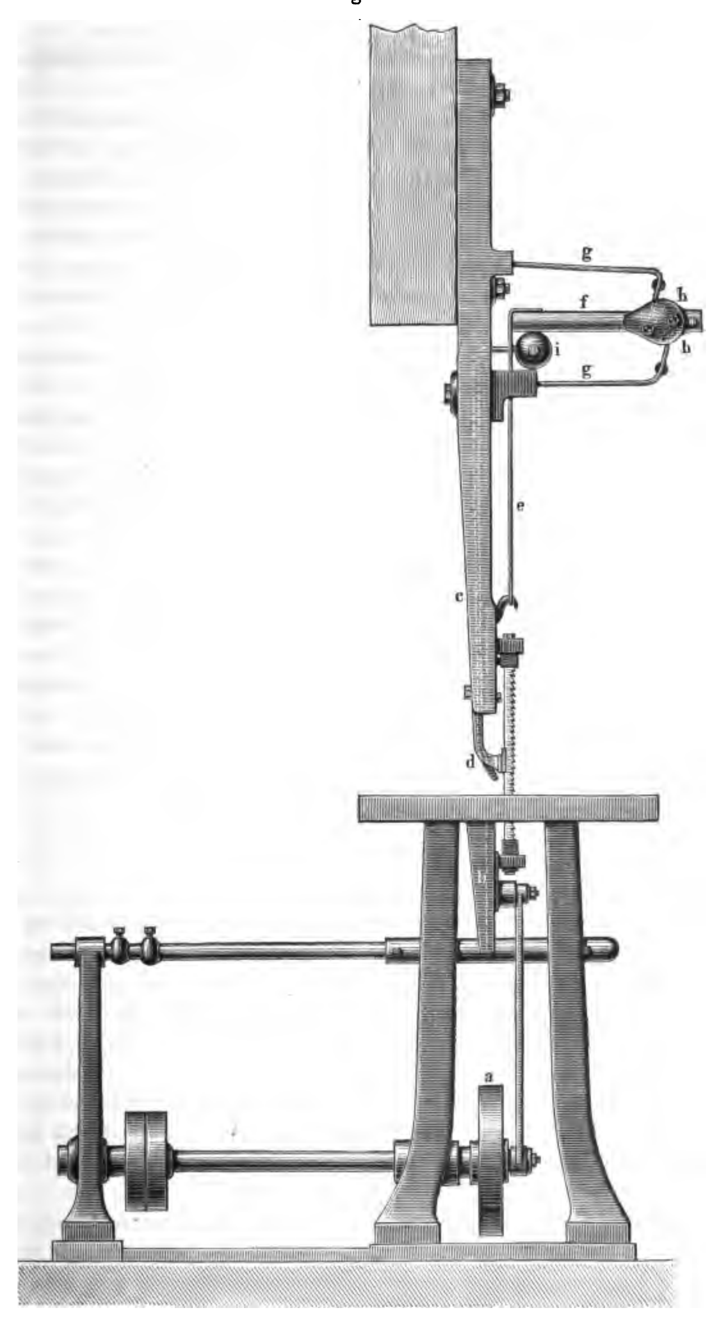
Fig. 60.



sen ist. Der Fusstritt *d* mit Bremsklotz wird benutzt, wenn die Maschine ausgerückt ist und zum Stehen gebracht werden soll. Das obere Ende der Schubstange erfasst den Rahmen *e*, bestehend aus zwei horizontalen, mit Eisenschienen gerüsteten Horizontalriegeln, einem abgedrehten schmiedeeisernen, an der rechten Seite befindlichen Vertikalriegel und einer, diesem parallelen, eisernen Strebe oberhalb der Schubstange, während an der linken Seite des Rahmens das Sägeblatt in der aus der Abbildung erkennbaren, ein leichtes Aushängen desselben ermöglichenden Art und Weise eingespannt ist. Die senkrechte Bewegung des Rahmens ist durch eine dreimalige Führung gesichert; und zwar dienen hierzu einestheils zwei an den gusseisernen Ständer angeschraubte, in der Abbildung ersichtliche, gusseiserne Platten mit prismatischen Nuthen, in welchen die Horizontalriegel mit entsprechenden Leisten geführt sind, während anderntheils der erwähnte eiserne Vertikalriegel des Rahmens in einer cylindrischen, an einem angegossenen Arme des Ständers befindlichen Hülse zu gleiten gezwungen ist. Auf dem nach links ausladenden Arme des Ständers ist endlich die gusseiserne, an der Oberfläche gehobelte Tischplatte *f* befestigt, welche zur Unterstützung des Arbeitsstückes dient und mit schmalem Schlitze für das Hindurchgehen des Sägeblattes versehen ist. Zur Verhinderung, dass das zu schneidende Brett beim Aufgange des Blattes durch die Reibung mit emporgerissen werde, dient der in einer Hülse des Ständers verschiebbare Arm *g*, dessen Einrichtung ohne Weiteres verständlich sein wird.

Bei der zweiten Gruppe der Ausschneide- und Laubsägen ist das obere Ende des Sägeblattes mit einer an der Maschine befestigten Feder — Spiralfeder, Plattenfeder u. a. — verbunden, welche beim Niedergehen des Sägeblattes gespannt wird, und somit auch die Spannung des Sägeblattes bewirkt; das untere Ende des letzteren ist an ein senkrecht geführtes und durch Kurbel und Schubstange bewegtes Gleitstück angeschlossen, welches die Bewegung auf das Sägeblatt überträgt. Da die Spannung einer Feder während des Hubes meistens veränderlich ist, so lassen sich derartige Sägen nur für kleine Hubhöhen gebrauchen, damit der Unterschied in der Spannung nicht zu beträchtlich ausfalle und werden deshalb vorzugsweise als Laubsägen benutzt. Eine Säge der letzteren Art (Chemnitzer Werkzeugmaschinenfabrik, vormals J. Zimmermann) ist in $^1/_{15}$ der wirklichen Grösse in Fig. 61 abgebildet. Links befindet sich der Antriebsmechanismus nebst Losscheibe und Riemengabel; von der zugleich als Schwungrad dienenden Kurbelscheibe *a* wird die Bewegung durch die an dieselbe angeschlossene Schubstange auf einen Schieber übertragen, welcher in der unterhalb des Tisches angebrachten senkrechten Führung *b* gleitet, und in einer Hülse an der Vorderseite dieses Schiebers ist das zwischen zwei Backen durch einen Stift festgehaltene untere Ende des Sägeblattes befestigt. In derselben Weise ist das obere Ende des Sägeblattes mit einem Schieber innerhalb der Führung *c* verbunden, so dass solcherart die senkrechte Bewegung des

Fig. 61.



Sägeblattes gesichert ist. Ausserdem ist dasselbe unmittelbar oberhalb des Arbeitsstückes durch eine in senkrechter Richtung verstellbare, aus zwei hölzernen Backen bestehende Führung *d* sowohl vor dem Ausweichen nach der Seite, als nach rückwärts geschützt.

Eigenthümlich ist an dieser Säge die Spannvorrichtung. Der obere in *c* gleitende Schieber ist durch einen breiten Riemen *e* aus zähem Leder mit dem hölzernen Hebel *f* verbunden, so dass beim Niedergange des Sägeblattes auch das hintere Ende dieses Hebels abwärts gezogen wird. Durch das vordere dicke Ende des Hebels sind zwei Bolzen hindurchgesteckt, und an diese sind zwei Lederriemen *hh* angeschlossen, welche den Hebel mit den stählernen Plattenfedern *gg* verbinden. Die für die beiden Riemen im Holze ausgesparten Schlitze sind nach aussen derartig erweitert, dass eine Drehung des Hebels um jeden der beiden Bolzen um ein gewisses Maass nicht behindert ist. In Folge der aus der Abbildung erkennbaren Anordnung der Angriffspunkte der Riemen erhält nun aber jede der beiden Federn das Bestreben, das linke Ende des Hebels aufwärts zu ziehen, wodurch die erforderliche Sägeblattspannung hervorgerufen wird; und zwar bleibt dieselbe in jedem Stande des Sägeblattes annähernd gleich, da die beiden Federn stets entgegengesetzt gespannt werden, ein Umstand, welcher diese Anordnung vortheilhaft vor der sonst üblichen Spannung durch einfache Federn auszeichnet.

Unterhalb des Hebelsendes befindet sich, auf einem Vorsprunge des Gerüstes ruhend, ein Kautschukgebläse *i*, durch eine schmiedeeiserne Rohrleitung mit der Schnittstelle oberhalb des Tisches in Verbindung stehend. Beim Niedergange der Säge — während des Schnittes — wird das Gebläse durch den Hebel zusammengedrückt und bläst die Sägespäne weg, welche auf dem Tische sich sammeln; beim Aufgange dehnt es sich wieder aus und saugt frische Luft ein.

Kreissägen (*Circularsägen*).

Das Sägeblatt besteht aus einer Stahlplatte von kreisförmigem Umfange, an welchem die Zähne sich befinden, so dass die Zahnspitzenlinie ein Kreis ist. Die Hauptbewegung erfolgt durch Drehung des Sägeblattes in gleichbleibender Richtung um eine meistens horizontale, selten vertikale Achse; der Vorschub oder die Schaltbewegung wird mitunter — sofern das Maass desselben nicht bedeutend ist, also insbesondere dann, wenn die Säge zum Querschneiden von Hölzern bestimmt ist — ebenfalls durch das Sägeblatt, in zahlreicheren Fällen aber durch das Arbeitsstück ausgeführt und zwar entweder selbstthätig, oder bei kleineren Sägen von Hand.

Die Kreissäge wird sowohl zum Längs- als Querschneiden dickerer wie dünnerer Hölzer benutzt, und daher, gemäss der Stärke der zu schneidenden Hölzer, in sehr abweichenden Abmessungen — von 20 cm bis 2 m Durchmesser des Sägeblattes — hergestellt. Damit das Sägeblatt

die erforderliche Steifigkeit erhalte, muss die Stärke desselben in einer gewissen Beziehung zum Durchmesser stehen; und zwar pflegt die Blattstärke bei kleineren Sägen circa $^1/_{200}$, bei den grössten $^1/_{350}$ des Durchmessers, also etwa 1 bis 6 mm zu betragen.

Mit der Grösse des Sägeblattes wächst die Grösse und die Theilung der Zähne. Letztere pflegt bei mittleren und grösseren Sägen 100 bis 200 mm zu betragen. Die Form der Zähne ist selbstverständlich stets einseitig wirkend, aber verschieden, je nachdem die Säge zum Längs- oder Querschneiden benutzt werden soll. Für Längsschnitte, bei welchen der Widerstand geringer, die Spanstärke grösser ist, eignen sich vorzugsweise unterbrochene Bezahnungen mit grossen, stark überhängenden Zähnen, und zwar Wolfszähnen (Fig. 45 a. S. 67) oder für weiche Hölzer „Rabenschnabelzähnen", d. h. stark überhängenden Zähnen mit gekrümmtem Rücken und bogenförmiger Lückenerweiterung für grössere Durchmesser (über 30 cm), geradlinigen Zähnen für kleinere Durchmesser; für Querschnitte dagegen wählt man ununterbrochene Bezahnungen mit zurückspringenden Dreieckszähnen (Fig. 40 a. S. 64). Der eingesetzten, zum Auswechseln eingerichteter Zähne grosser amerikanischer Sägen wurde bereits oben erwähnt (S. 67).

Die geringste übliche Umfangsgeschwindigkeit des Sägeblattes pflegt 15 m per Secunde zu sein; nordamerikanische Sägen dagegen laufen bisweilen mit einer Umfangsgeschwindigkeit von mehr als 45 m per Secunde. Aus Umfangsgeschwindigkeit und Durchmesser ergiebt sich die Umdrehungszahl, welche für die Construction der Wellenlager maassgebend ist und bei grossen Sägen 400, bei den kleinsten bis 4000 per Minute betragen kann. Diese grosse erreichbare Schnittgeschwindigkeit und die verhältnissmässig einfache Bauart der Kreissäge, lassen sie als ausserordentlich zweckmässig zur Zertheilung von dickeren Hölzern in vierkantig begrenzte Pfosten, Sparren, Riegel, sowie zum Querschneiden erscheinen; den vertikalen Gattersägen gegenüber fällt aber als Vortheil der Kreissägen, neben jener grösseren Schnittgeschwindigkeit, auch erheblich der Umstand in's Gewicht, dass die Ungleichmässigkeit des Arbeitsverbrauches vermieden ist, welche das Gewicht des Rahmens bei jenen hervorruft, sowie der Zeitverlust, welcher bei einseitig wirkenden Gattersägen für den leeren Rückgang erforderlich ist; und diese Thatsachen haben den Kreissägen eine häufige Anwendung, auch an Stelle der Gattersägen, sowohl zum Besäumen als zum Zertheilen der Blöcke in Bretter verschafft. Allerdings darf hierbei nicht übersehen werden, dass mit der Dicke des Sägeblattes (die nach Obigem von seinem Durchmesser, und somit von der Höhe des Arbeitsstückes abhängig ist) auch der Holzverlust durch Zerspanung, und der erforderliche Arbeitsaufwand in gleichem Verhältnisse wächst; und dieser Umstand wird um so empfindlicher werden und um so mehr für die Anwendung der Gattersägen sprechen, je theurer das Holz ist.

In der Mitte ist das Sägeblatt mit einem kreisrunden Loche —

Auge oder Achsenloch genannt — versehen, um über die Betriebswelle übergeschoben zu werden; und zwar wird das Blatt entweder an dem einen freien Ende der Welle befestigt, welche Anordnung für das Aufstecken und Abnehmen des Sägeblattes am bequemsten ist, oder an irgend einer Stelle zwischen den beiden Lagern. Die Befestigung pflegt mit Hülfe zweier Ringe bewirkt zu werden, zwischen denen das Blatt eingeklemmt wird; der eine derselben sitzt fest auf der Welle, der andere, zum Losnehmen eingerichtet, wird nach dem Sägeblatte übergeschoben und durch Schrauben gegen den ersteren Ring gepresst.

Bei dem Vorschube des Arbeitsstückes von Hand pflegt die Kreissäge in dem Schlitze einer Tischplatte sich zu drehen, welche als Unterlage des Holzes dient und nicht selten, sofern es sich um das Zuschneiden von Figuren aus Brettern handelt, mit Vorrichtungen zum Höher- und Niedrigerstellen, Neigen unter bestimmtem Winkel u. dergl. versehen ist; bei selbstthätigem Vorschube grosser Blöcke sind dieselben in gleicher oder ähnlicher Weise wie bei den Gattersägen auf einem Wagen befestigt, welcher mit Hülfe von Riffelwalzen, einer Zahnstange mit Getriebe oder anderer, auch bei den Gattersägen angewendeter Mechanismen, seine Vorwärtsbewegung gegen die Säge erhält.

Soll eine Kreissäge als „Saumsäge“, d. h. zum Abtrennen der Schwarten von einem Baume oder von bereits geschnittenen Brettern benutzt werden, so ordnet man auf derselben Welle wohl zwei parallele, in ihrem Abstande von einander verstellbare Sägeblätter an, um gleichzeitig an beiden Seiten des Baumes parallele Schnitte ausführen zu können.

Nun ist aber offenbar die Stärke des Holzes, welches mit einer Kreissäge von gegebenem Durchmesser geschnitten werden kann, abhängig von der Grösse desselben, und damit die Welle des Sägeblattes mit den darauf befindlichen Befestigungsscheiben nicht den Vorschub behindere, immerhin etwas geringer als der Halbmesser des Sägeblattes. Bei einem Sägeblatte von 1,2 m Durchmesser z. B. pflegen die Befestigungsscheiben auf der Welle neben dem Blatte 200 mm Durchmesser zu besitzen, so dass die grösste Dicke des mit dieser Säge zu schneidenden Holzes $\frac{1{,}2 - 0{,}2}{2} = 0{,}5$ m beträgt. Mit dem Durchmesser eines Sägeblattes aber muss, wie schon hervorgehoben wurde, seine Dicke, und mit dieser auch der Holzverlust durch Zerspanung und der erforderliche Arbeitsaufwand zunehmen. Zur Abminderung dieser Nachtheile ordnet man mitunter bei Kreissägen, welche an Stelle der immerhin schwerfälligeren Gattersägen zum Zerschneiden dicker Blöche bestimmt sind, zwei Sägeblätter von solchen Durchmessern, dass die Summe ihrer Schnitthöhen der Dicke des Bloches entspricht, in einer gemeinschaftlichen Vertikalebene derartig über einander an, dass ihre Zahnspitzenlinien sich fast berühren. Damit aber die beiden Schnittebenen über einander greifen und die Entstehung von Grat auf der Schnittfläche des Holzes vermieden werde, liegt die Drehungsachse des oberen Sägeblattes

etwas seitlich von der durch die Achse des unteren Blattes gelegten Senkrechten, wodurch es möglich wird, sie derartig anzuordnen, dass der tiefste Punkt der oberen Zahnspitzenlinie etwas tiefer liegt als der höchste Punkt der unteren Zahnspitzenlinie, ohne dass die Kreise sich berühren. Solcherart werden gleichzeitig zwei Schnitte in einer Ebene ausgeführt, deren Wirkung offenbar die nämliche ist, als wenn ein einziges grosses Blatt zur Anwendung gelangt wäre.

Sowohl die oben erwähnten, zum Besäumen dienenden Kreissägen mit zwei parallelen Blättern, als die zum Zerschneiden dicker Blöche bestimmten Kreissägen mit zwei über einander befindlichen Blättern werden Doppelkreissägen genannt.

Alle grösseren Kreissägen werden durch Elementarkraft betrieben, sei es von einer Transmission aus, sei es, was allerdings seltener ist, durch unmittelbaren Antrieb; für kleinere Kreissägen, wie sie der Tischler, Drechsler u. s. w. verwendet, genügt, wo Elementarkraft nicht zur Verfügung steht, Handbetrieb, und nicht selten benutzt der Arbeiter die Spindel seiner Drehbank als Sägespindel, auf welcher er das kleine Kreissägeblatt befestigt.

Die für eine durch Elementarkraft zu betreibende Kreissäge erforderliche Leistung der Betriebsmaschine ist im Wesentlichen von der Grösse der gelieferten Schnittfläche, der Schnittstärke und der Beschaffenheit des Holzes abhängig. Hartig maass an einer Kreissäge von 870 mm Durchmesser 3 mm Blattstärke, 5,5 mm Breite der Schnittfuge, 850 Umdrehungen per Minute (mithin 38,7 m Umfangsgeschwindigkeit per Secunde), 45 mm Vorschub per Secunde, einen Arbeitsverbrauch im Leergange = 1,18 Pferdestärken, im Arbeitsgange = 5,64 Pferdestärken, während die Säge trockenes Fichtenholz parallel dem Faserlauf mit 182 mm Schnitthöhe durchschnitt, und dabei per Stunde 30 qm Schnittfläche lieferte. Für die Berechnung giebt derselbe folgende Formel:

Es sei F die Schnittfläche per Stunde in Quadratmetern
s die Schnittstärke in Millimetern
v das per Stunde und Pferdestärke zerspante Holz in Kubikmetern, für welches erfahrungsmässig zu setzen ist:
bei harten Hölzern (Esche, Eiche etc.) = 0,014 cbm
„ weichen „ (Fichte, Erle etc.) = 0,028 „
U die Umdrehungszahl per Minute
D der Sägeblattdurchmesser in Millimetern
N_0 die erforderliche Arbeit im Leergange
N_1 „ „ „ „ Arbeitsgange

so ist:

$$N_0 = \frac{U \,.\, D}{8 \,.\, 10^5}$$

$$N_1 = N_0 + \frac{s \,.\, F}{1000\, v}$$

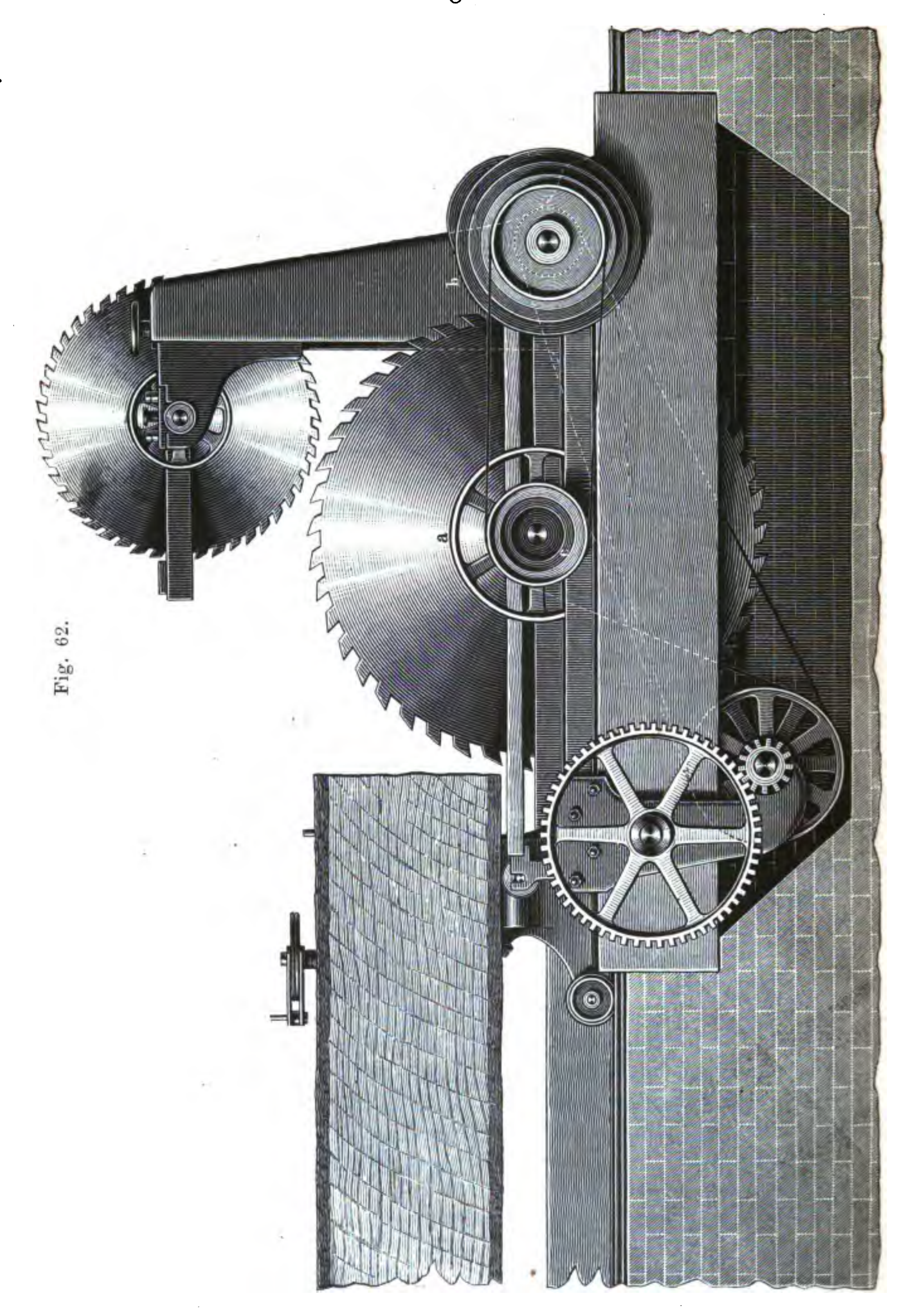


Fig. 62.

Eine an Stelle der Gattersägen benutzbare grosse Kreissäge (aus der Fabrik von A. Ransome & Comp. in London), welche sowohl mit einem, als mit zwei Sägeblättern schneiden kann, ist in Fig. 62 und 63 in etwa $^1/_{20}$ der wirklichen Grösse abgebildet; und zwar zeigt Fig. 62

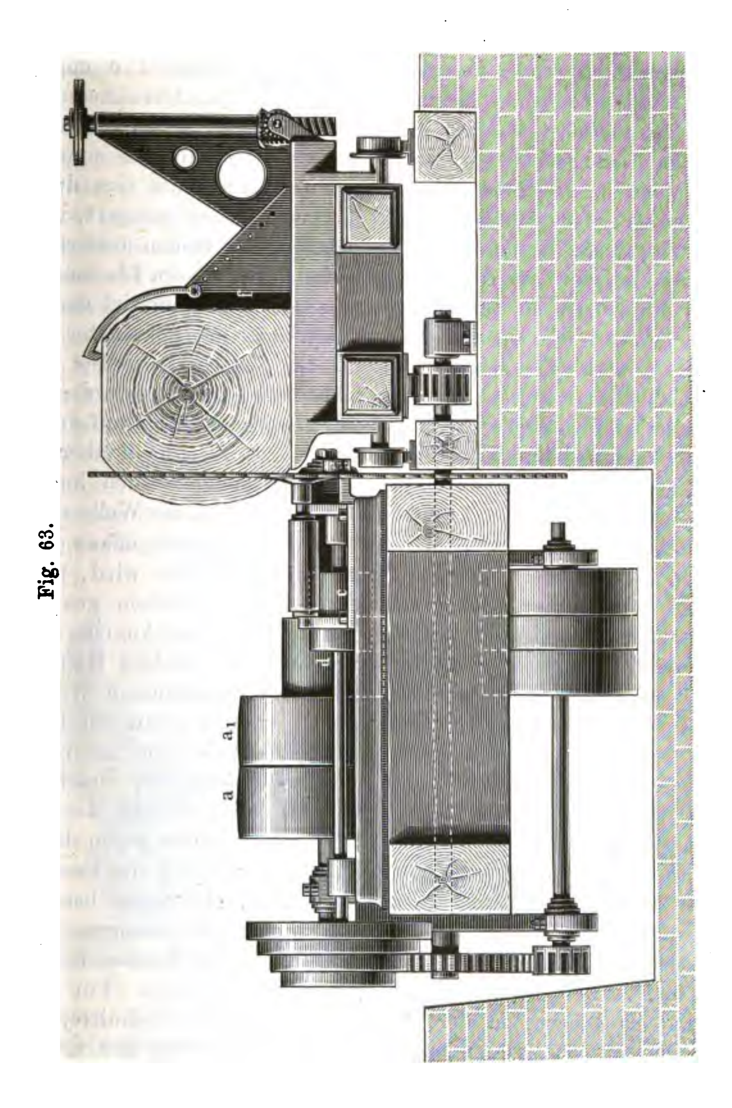


Fig. 63.

die Anordnung beider Sägeblätter, während in Fig. 63 das obere Blatt sammt seinem Lagerständer entfernt gedacht worden ist[1]). Der Antrieb

[1]) Aus Exner, Handsägen und Sägemaschinen, S. 415 u. 416.

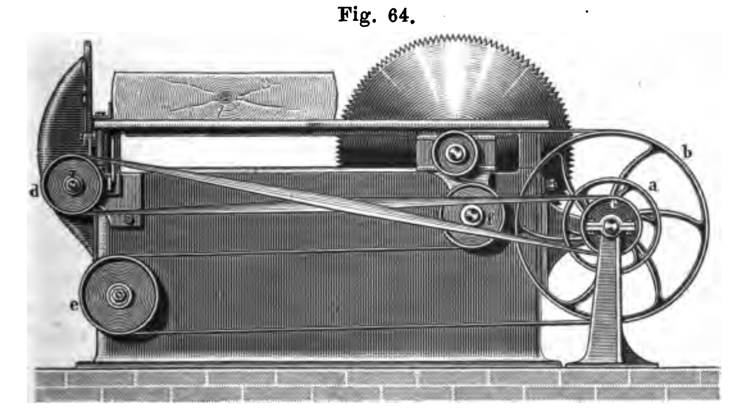
erfolgt von der Transmissionswelle aus durch eine der beiden auf der Sägewelle sitzenden Riemenscheiben $a\,a_1$, deren zweite als Losscheibe dient. Auf dem Ende derselben Welle sitzt eine kleine Stufenscheibe e (Fig. 62), von welcher aus ein Riemen nach einer zweiten Stufenscheibe b hinübergeht, die auf dem Ende einer der Sägewelle parallelen, und hinter dem Sägeblatte gelagerten Welle befindlich ist. Auf derselben Welle am entgegengesetzten Ende ist eine breite Riemenscheibe c angebracht (Fig. 63), während eine ebenso breite, aber im Durchmesser etwas grössere Riemenscheibe d auf der Sägewelle dicht neben der schon besprochenen Riemenscheibe a_1 sich befindet. Unterhalb des zum Tragen der einzelnen Theile dienenden hölzernen Rahmens ist eine dritte, in Fig. 63 sichtbare Parallelwelle mit 3 Riemenscheiben gelagert, von welchen die mittlere, schmalere als Festscheibe, die beiden äusseren, breiteren aber als Losscheiben angeordnet sind. Von diesen Riemenscheiben aus geht einestheils ein offener Riemen (in Fig. 62 punktirt gezeichnet) nach der breiten Riemenscheibe c, anderntheils ein gekreuzter Riemen nach der breiten Riemenscheibe d auf der Schaltwelle. Wie Fig. 63 zeigt, ist die Stellung dieser Riemenscheiben eine solche, dass der Riemen der Scheibe c ebensowohl auf die mittlere Festscheibe, als auf die rechte Losscheibe der unteren Welle, der Riemen der Scheibe d aber sowohl auf die Festscheibe als die linke Losscheibe gelegt werden kann. Es wird demnach leicht verständlich sein, dass die untere Welle eine entgegengesetzte Drehung erhalten wird, je nachdem der offene oder der gekreuzte Riemen von d auf die Festscheibe geschoben wird, und dass ausserdem ihre Drehung entsprechend rascher von Statten gehen wird, wenn der Riemen von d, als wenn derjenige von c zum Angriffe gelangt. Jene untere Welle trägt nun an ihrem Ende ein kleines Getriebe im Eingriffe mit einem Stirnrade auf einer dritten horizontalen Welle (dieselbe ist in Fig. 63 punktirt gezeichnet); endlich greift ein auf dem rechten Ende der letzteren befindliches Getriebe in eine unterhalb des Blochwagens befindliche Zahnstange und setzt solcherart diesen in Bewegung. Liegt der Riemen der Scheibe c auf der Festscheibe der unteren Welle, so wird der Wagen von links (Fig. 62) langsam gegen das Sägeblatt vorgeschoben; rückt man den Riemen von d auf die Festscheibe, so findet rascher Rückgang des Wagens statt. Letzterer besteht aus einem auf acht Rädern laufenden Holzrahmen mit untergeschraubter Zahnstange; der Bloch ruht auf gusseisernen, auf dem Rahmen befestigten Lagern und ist mit sogenannten Hakenhunden befestigt. Für die Verschiebung des Bloches in der Querrichtung vor dem Schnitte, gemäss der Stärke des abzutrennenden Stückes, ist auf jedem der erwähnten Gusseisenlager der Winkel f (Fig. 63) in Führungen horizontal beweglich; an seiner Unterseite trägt er eine Schraubenmutter, durch welche eine horizontale, im Wagen gelagerte Schraubenspindel hindurchgeht, so dass durch Drehung der letzteren der Winkel, und mit demselben der Bloch vorgeschoben wird; die Drehung wird von dem in der Abbildung sicht-

baren Handrädchen aus durch eine senkrechte Spindel vermittelst Schnecke und Schneckenrädchen, welches letzteres auf dem Ende der Schraubenspindel befestigt ist, auf diese übertragen.

Unmittelbar hinter dem Sägeblatte treten rotirende Keile (in den Abbildungen nicht genau erkennbar) in den Schnitt ein und biegen das losgetrennte Blatt von dem Bloche ab, um die Säge vor dem Einklemmen zu bewahren. Gusseiserne, auf der anderen Seite des Sägeblattes gelagerte Rollen (Fig. 63), deren Oberkanten in gleicher Höhe mit der Unterkante des Bloches liegen, dienen zur Unterstützung und Führung des abgetrennten Theiles.

Sollen sehr starke Blöche geschnitten werden, so wird das obere Sägeblatt eingesetzt, wie es Fig. 63 zeigt, und vermittelst eines gekreuzten Riemens, welcher von einer auf der unteren Welle angeordneten Riemenscheibe aus eine entgegengesetzte Bewegung auf die kleine, neben dem Sägeblatte befestigte Riemenscheibe überträgt, in umgekehrte Drehung als das untere Blatt versetzt. Die Lager des oberen Sägeblattes sind an dem gusseisernen, zum Tragen derselben dienenden Ständer in Prismenführungen vertikal verschiebbar, so dass es höher oder niedriger gestellt werden kann. Zur Einstellung dient eine senkrechte Schraubenspindel, welche durch das auf dem Kopfe des Ständers befindliche Handrädchen gedreht wird. Der Durchmesser des unteren Sägeblattes ist kleiner, als der des oberen und es ist demnach eine entsprechend grössere Umdrehungszahl desselben erforderlich.

Fig. 64.



Eine zum Querschneiden von Pfosten etc. bestimmte Kreissäge, bei welcher das Arbeitsstück festliegt und der Vorschub durch das Sägeblatt ausgeführt wird (ebenfalls von Ransome & Comp. in London erbaut), ist in Fig. 64 in $^1/_{24}$ der wirklichen Grösse abgebildet[1]. Auf einer gemeinschaftlichen Welle sitzen zwei Riemenscheiben *a* (Fest- und

[1] Exner, Handsägen und Sägemaschinen, S. 423.

Losscheibe), welche den Antrieb von der Transmissionswelle aus aufnehmen, ferner die grössere Riemenscheibe *b* und endlich drei kleine Riemenscheiben *c* von gleicher Grösse, deren mittlere Festscheibe ist, und von denen ein offener und ein gekreuzter Riemen nach den gegenüber liegenden Riemenscheiben *d* hinübergehen. Das Sägeblatt befindet sich am Ende seiner Welle, also seitlich von dem gusseisernen Ständer, während am entgegengesetzten, in der Abbildung dem Beschauer zugekehrten, Ende derselben sich die kleine Antriebsriemenscheibe befindet; die Welle läuft zwischen Sägeblatt und Riemenscheibe in zwei durch ein Querstück unter einander verbundenen Lagern, welche auf prismatischen Führungsleisten des Ständers in horizontaler Richtung verschiebbar sind. Der Vorschub der Lager sammt Welle, Riemenscheibe und Sägeblatt wird durch eine horizontale, im Ständer gelagerte Schraubenspindel bewirkt, welche durch eine im Querstücke der Lager befindliche Schraubenmutter hindurchgeht und von der Welle der Riemenscheibe *d* aus durch ein Paar Winkelgetriebe in Drehung versetzt wird. Je nachdem der offene oder gekreuzte Riemen auf der festen Scheibe *d* aufliegt, wird die Drehung der Spindel und somit die Verschiebung des Sägeblattes in einer oder der anderen Richtung stattfinden. Die Uebertragung der Hauptbewegung von der Riemenscheibe *b* auf die Sägeblattwelle ist aus der Abbildung erkennbar; es wird auch leicht verständlich sein, wie in Folge der Einschaltung der beiden Rollen *e* und *f*, deren erste festliegt, während die zweite mit den Lagern der Sägewelle vor- und rückwärts gleitet, die Riemenspannung in jeder Stellung des Sägeblattes unverändert bleibt. Das Holz liegt auf einer gehobelten Tischplatte und ist während des Schnittes durch einen auf der Tischplatte aufgeschraubten Winkel, welcher sich gegen die Rückseite des Holzes stemmt, vor Verschiebung gesichert.

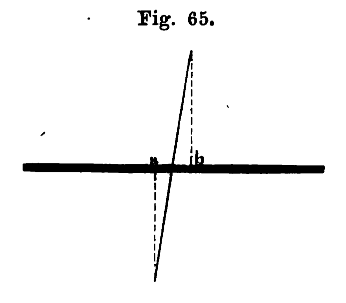
Einige Abarten von der bisher besprochenen gewöhnlichen Form der Kreissägen sind noch zu erwähnen.

Nuthensäge. Eine Nuth entsteht offenbar, wenn die Säge das Holz nicht in seiner ganzen Stärke durchschneidet, sondern nur bis zu einer gewissen Tiefe — der Tiefe der herzustellenden Nuth entsprechend — in dasselbe eindringt. Die Arbeit stimmt hierbei genau mit der unten zu besprechenden Arbeit des Fräsens überein und das Sägeblatt wirkt thatsächlich als Fräse. Die Breite der Nuth ist — sofern die Ebene des Sägeblattes, wie bei den bisher besprochenen Sägen, normal gegen die Drehungsachse gerichtet ist — hierbei offenbar gleich der Dicke des Sägeblattes; und für verschieden breite Nuthen müssen deshalb auch verschieden dicke Sägeblätter zur Anwendung kommen. Der Durchmesser solcher Sägeblätter ist in Berücksichtigung des Umstandes, dass ein tiefes Eindringen in das Holz nicht erforderlich ist, gering und pflegt höchstens 30 cm zu betragen; eben deshalb ist aber das Verhältniss der Dicke zum Durchmesser erheblich beträchtlicher, als bei gewöhnlichen Kreissägen. Mit Vortheil wendet man mitunter Sägeblätter an, welche ursprünglich einen grösseren Durchmesser und dem entsprechend auch eine

grössere Dicke besassen, durch längere Benutzung und häufig wiederholtes Schärfen aber auf einen für den ursprünglichen Zweck allzu geringen Durchmesser verkleinert worden waren, während selbstverständlich ihre Dicke unverändert geblieben ist.

Mit der Dicke eines Sägeblattes aber wächst natürlich sein Preis; und auch bei Benutzung alter Sägeblätter zum Nuthen werden kaum andere als solche von höchstens 10 mm Stärke zu erlangen sein. Dagegen wird offenbar eine Nuthe von grösserer Breite entstehen, wenn ein Sägeblatt von gewöhnlicher Dicke nicht normal, sondern unter einem bestimmten Winkel gegen die Achse geneigt und auf derselben befestigt wird, wie es Fig. 65 schematisch darstellt; und die Breite der hierbei entstehenden Nuthe wird gleich dem doppelten grössten Abstande der Zahnspitzenlinie von der durch den Mittelpunkt des Blattes normal gegen die Drehungsachse gelegten Ebene sein (in Fig. 65 gleich der Länge der Linie *ab*). Je stärker die Neigung des Blattes bei gegebenem Durchmesser ist, desto breiter wird die Nuthe ausfallen; und wenn man die Sägespindel mit einer Einrichtung versieht, welche es ermöglicht, das Sägeblatt unter veränderlichem, beliebigem Winkel gegen die Achse einzustellen — eine Aufgabe, deren Lösung nicht schwierig und durch zahlreiche Constructionen erreicht worden ist [1]) — so erlangt man den grossen Vortheil, mit einem und demselben Sägeblatte, ohne dass eine Auswechselung nöthig wäre, Nuthen von sehr verschiedener Breite schneiden zu können. Solche Kreissägen mit schräg gestelltem Blatte heissen wegen der eigenthümlichen Bewegung, welche das letzte offenbar erhält, **Taumelsägen** (englisch *Drunkensaws*).

Fig. 65.



Furnier-Kreissägen. Da es bei den zum Schneiden von Furnieren aus werthvollen Hölzern bestimmten Kreissägen mehr als bei anderen darauf ankommt, durch geringe Blattstärke den Holzverlust nach Möglichkeit zu verringern, anderentheils aber nach Früherem die Stärke des Sägeblattes bei gegebenem Durchmesser von diesem abhängig sein muss, so wendet man mitunter Sägeblätter zum Furnierschneiden an, welche zwar an dem Umfange sehr schwach sind, von da an nach der Mitte zu stetig dicker werden. Die Herstellungskosten solcher nach dem Umfange sich verjüngender Sägeblätter sind aber nicht unbeträchtlich höher als diejenigen der gewöhnlichen Sägeblätter von gleichmässiger Dicke.

[1]) Abbildungen solcher Sägespindeln: W. F. Exner, Handsägen etc., Atlas, Tafel XXXVII.

In anderer Weise sucht man denselben Zweck zu erreichen, indem man statt des Sägeblattes zunächst eine Gusseisenscheibe — also an und für sich steifer als das Sägeblatt — von 1,5 bis 1,7 m Durchmesser auf der Spindel befestigt, an deren Umfange das aus einzelnen Kreisringsegmenten von geringer Breite und Dicke bestehende Sägeblatt angenietet ist. Die dem zu schneidenden Bloche zugekehrte Fläche der Gusseisenscheibe ist vollständig eben und das ringförmige Sägeblatt liegt in einer an dieser Seite ausgedrehten Vertiefung von der Stärke des Blattes, so dass die ganze dem Holze zugewendete Seite als eine normal gegen die Achse gerichtete Ebene erscheint; auf der entgegengesetzten Seite wird die Gusseisenscheibe nach der Mitte zu stärker, wie es in Rücksicht auf die Haltbarkeit nothwendig ist, und biegt solcherart das losgetrennte Stück von dem Bloche ab.

Im Allgemeinen sind jedoch für diesen besonderen Zweck Kreissägen weniger häufig und mit weniger gutem Erfolge in Anwendung als horizontale Gattersägen.

Concavsägen oder Kugelschalensägen. Das Sägeblatt sitzt auf dem vorderen Ende der Sägespindel, ist aber nicht eben, sondern, wenn man davor steht, concav geformt. Der Vorschub des Arbeitsstückes erfolgt nach einem Kreisbogen, gemäss der Krümmung des Sägeblattes; und das letztere arbeitet demnach niedrige Cylinderflächen oder Segmente derselben aus. Man benutzt solche Sägen, die jedoch wegen der Schwierigkeit der Herstellung des Blattes ziemlich kostspielig sind, für besondere Zwecke: für fabrikmässige Anfertigung von Fassdauben, Räderfelgen u. a. m.

Cylindersäge, Kronensäge oder Röhrensäge. Das Sägeblatt dieser, streng genommen der Gattung der Kreissägen nicht mehr angehörenden, Säge hat die Form eines Hohlcylinders, dessen einer Rand verzahnt ist, während an dem entgegengesetzten Ende eine Gusseisenscheibe eingenietet ist, die auf dem Ende der Spindel festsitzt und solcherart die Verbindung zwischen dieser und dem Blatte herstellt. Der Vorschub des Holzes erfolgt in der Richtung der Sägespindel. Diese Sägen werden zu ähnlichen Zwecken wie die oben erwähnte Concavsäge, also zum Ausarbeiten von Hohlcylindersegmenten benutzt: für halbrunde Holzröhren, Fassdauben und dergleichen.

Bandsägen.

Diese erst seit 1855 durch eine französische Firma in die Praxis eingeführte Sägegattung ist seitdem wegen ihrer Zweckmässigkeit beim Zerschneiden mittelgrosser und kleiner Holzstücke zu einem fast unentbehrlichen Geräthe in allen grösseren und selbst vielen kleineren Werkstätten der Holzverarbeitung geworden.

Das Sägeblatt der Bandsägen hat die Form eines ziemlich dünnen und schmalen Bandes, dessen beide Enden durch Löthung vereinigt sind

(Band ohne Ende); der eine Rand des Bandes ist durchgehend verzahnt, und wie ein Transmissionsriemen ist es über zwei oder drei Scheiben geführt, stets in derselben Richtung bewegt und demnach für einen beliebig langen Schnitt geeignet. Der Vorschub wird stets durch das Arbeitsstück, und zwar meistens von Hand, ausgeführt. Jenen Vorzug der ununterbrochenen Bewegung hat die Bandsäge mit den Kreissägen gemein: sie ist in Folge des Umstandes, dass ihr Sägeblatt gespannt erhalten wird und deshalb erheblich dünner als dasjenige der Kreissägen ausfällt (dicke Blätter würden ohnehin dem Zerbrechen an den Krümmungsstellen weit leichter unterworfen sein), vor diesen durch eine dünnere Schnittfuge, gleichbedeutend mit geringerem Holzverluste und geringerem Arbeitsaufwande, ausgezeichnet.

In Rücksicht darauf, dass das Sägeblatt elastisch genug sein muss, die sich unaufhörlich wiederholenden Umbiegungen an den Uebergangsstellen über die Führungsscheiben zu ertragen, ohne Bruch zu erleiden, erfordert die Herstellung desselben aussergewöhnliche Umsicht. Den vorzüglichsten Ruf besitzen französische Bandsägeblätter [1]). Als Material dient sogenannter Federstahl, welcher mit besonderer Vorsicht gehärtet und angelassen wird, damit der Härtegrad an jeder Stelle des Blattes durchaus der nämliche sei. Die Dicke des Blattes muss überall gleich gross sein, Rückenkante und Zahnspitzenlinie müssen genau parallel laufen.

Besondere Sorgfalt erheischt auch das Zusammenlöthen der beiden Enden des Sägeblattes, welche Arbeit häufig, und zumal, wenn ein Zerreissen des Sägeblattes stattgefunden hat, von dem Inhaber der Bandsäge selbst ausgeführt werden muss; denn selbstverständlich muss, wenn das Blatt gegen Zerreissen geschützt sein soll, die Löthstelle eine ebenso grosse Elasticität und Festigkeit besitzen, als das volle Blatt. Zunächst werden mit Hülfe der Feile beide Enden derartig abgeschrägt, dass sie beim Zusammenlegen nicht stumpf vor einander stossen, sondern mit schräger Fuge sich genau und ohne dass die Dicke des Blattes an dieser Stelle geändert wird, über einander legen. Selbstverständlich müssen hierbei auch die Zähne an den abgeschrägten und zusammengelegten Stellen sich genau einander decken. Als Loth benutzt man weiches Messingschlageloth oder Hartsilberschlageloth [2]). Die zu verbindenden Enden, welche — wie überhaupt beim Löthen — durchaus metallisch rein sein müssen und vorher nicht mit den Fingern berührt werden dürfen,

---

[1]) Die Firma Périn Panhard & Comp., 97 Faubourg Saint Antoine in Paris, lieferte die ersten Bandsägen, und ihr gelang es auch zuerst, die Schwierigkeiten zu überwinden, die sich der Herstellung eines ausreichend haltbaren Bandsägeblattes entgegensetzen, so dass die Perin'schen Bandsägeblätter noch jetzt als die vorzüglichsten gelten.

[2]) W. F. Exner empfiehlt als Messingschlageloth 7 Theile Messingblechschnitzel und 1 Theil Zink; als Silberschlageloth 4 Theile Silber mit 3 Theilen Messing.

werden zusammengespannt, nachdem man sich überzeugt hat, dass die Rückenkante des Blattes genau eine gerade Linie bildet und an der Verbindungsstelle Zahn auf Zahn passt [1]), das vorher mit dem Hammer zu dünnen Streifen geschlagene Loth, von dem man ein Stückchen von der Grösse einer Fuge abgeschnitten hatte, wird dazwischen geschoben und nun, nachdem etwas Borax auf die Oberfläche gestreut wurde, mit Hülfe der zur Rothgluth erhitzten Backen einer Schmiedezange oder auch über einer Flamme zum Schmelzen gebracht. Sobald dieses geschehen und die Zange entfernt ist, kühlt man die Verbindungsstelle mit einem nassem Tuche oder Schwamme und feilt später dieselbe so viel nach, als erforderlich ist, um die Dicke derselben der Dicke des übrigen Blattes genau gleich zu machen.

Die Breite der Sägeblätter, welche vornehmlich von der Dicke der zu trennenden Arbeitsstücke abhängig ist, schwankt von 3 bis 100 mm, geht aber bei den durch menschliche Arbeit betriebenen Bandsägen nicht über 25 mm hinaus; die Dicke pflegt aus den angeführten Gründen selten mehr als 2 mm zu betragen.

Da mit der Breite des Sägeblattes seine Festigkeit in geradem Verhältnisse wächst, so sind für geradlinige Schnitte breitere Blätter den allzu schmalen vorzuziehen; wo aber geschweifte Schnitte ausgeführt werden sollen, eine Arbeit, die sich mit Hülfe der Bandsäge mit grosser Vollkommenheit ausführen lässt, da macht dieser Umstand die Anwendung schmaler Blätter erforderlich.

Die Bezahnung ist ununterbrochen und die Zähne haben stets die Form eines ungleichseitigen Dreiecks.

Die Geschwindigkeit des Sägeblattes per Secunde pflegt bei Handbetrieb circa 6 m, bei Betrieb durch Elementarkraft circa 12 m zu betragen, steigt aber in letzterem Falle bei grossen Bandsägen mit breitem Blatte auf 20 m und ausnahmsweise sogar auf 30 m.

Damit das Sägeblatt durch den Widerstand des Holzes beim Zerschneiden nicht in seiner Bewegung gehemmt werde und auf den Führungsscheiben gleite, muss eine entsprechend grosse Reibung zwischen der Oberfläche derselben und dem Blatte hervorgerufen werden. Diese Reibung ist theils abhängig von dem Maasse der schon erwähnten Spannung, welcher das Blatt unterworfen wird, theils von der Beschaffenheit der Oberfläche der Scheiben selbst. Man giebt deshalb den letzteren, welche aus Gussstahl oder Schmiedeeisen, weniger zweckmässig aus Gusseisen hergestellt werden, häufig einen Ueberzug aus Holz, Kork, Kautschuk, Leder oder dergleichen zur Erhöhung des Reibungscoefficienten. Zur Verhinderung des Abgleitens des Sägeblattes von den Scheiben unter dem Drucke des vorrückenden Holzes pflegen letztere an einer Seite mit

[1]) Zur Erleichterung dieser Arbeit pflegen die Fabriken, welche Bandsägen fertigen, auch besondere Löthapparate zum bequemen Einspannen der Sägeblätter zu liefern.

einem herumlaufenden, vorstehenden Rande versehen zu sein, gegen welchen der Rücken des Blattes sich stemmt; doch müssen, um Zerrung zu vermeiden, die Scheiben derartig gelagert sein, dass ein allzu festes Andrücken des Blattes nicht eintreten kann, und es während des Leerganges den Scheibenrand überhaupt nicht berührt.

Je kleiner der Durchmesser der Führungsscheiben, je schärfer also die Krümmung des Sägeblattes ist, desto grösser ist natürlich die Gefahr für ein Abbrechen desselben. Deshalb giebt man kleinen Sägen mit sehr dünnen biegsamen Blättern Scheiben von mindestens 700 mm, der bei grossen Sägen bis auf 1500 mm steigt. Ordnet man ausser den zwei senkrecht über einander befindlichen Führungsscheiben noch eine dritte, seitlich von denselben, mit beträchtlich grösserem Durchmesser an, so wird das Blatt zwar dreimal gebogen, die totale Biegung an jeder einzelnen Stelle aber naturgemäss verringert, und es empfiehlt sich deshalb die Anordnung dreier Scheiben vorzugsweise für kleinere Bandsägen, deren Blätter schmäler, und deren Führungsscheiben kleiner im Durchmesser zu sein pflegen.

Die Spannung des Sägeblattes ist bei gegebener Länge desselben natürlich von der Stellung der Führungsscheiben unter einander abhängig und wird geregelt, indem man die eine dieser Scheiben sammt ihrem Lager, welches zu diesem Zwecke in Führungen verschiebbar ist, in entsprechendem Abstande von der oder den anderen Scheiben einstellt; und zwar pflegt bei Bandsägen mit zwei Scheiben die obere in senkrechter Richtung, bei Bandsägen mit drei Scheiben entweder ebenfalls die obere in senkrechter, oder die seitliche, grössere Scheibe in wagerechter Richtung verstellbar zu sein. Eine solche Verstellung der einen Scheibe ist aber auch während des Ganges der Säge stets nothwendig, da das Sägeblatt in Folge der beim Schneiden stattfindenden Erwärmung sich ausdehnt und an Spannung einbüsst, bei der nach Beendigung des Schnittes eintretenden Abkühlung und Zusammenziehung aber zerreissen würde, wenn die Spannung nicht ermässigt wird. Am einfachsten lässt sich dieses Nachspannen des Sägeblattes ausführen, wenn man das Lager der betreffenden Führungsscheibe mit Hülfe einer Schraubenspindel verstellt, die im Ständer der Maschine gelagert ist und durch ein Handrädchen gedreht wird; und thatsächlich findet man diese einfache Einrichtung bei vielen deutschen und französischen Bandsägen in Anwendung. Hierbei hängt die richtige Spannung des Blattes allein von der Aufmerksamkeit des betreffenden Arbeiters ab. Aus diesem Grunde versehen manche Fabrikanten ihre Bandsägen an Stelle jener allein von Hand verstellbaren Spannvorrichtung mit einem selbstthätigen Mechanismus zum Nachspannen. Dieser Zweck wird erreicht, indem man entweder einen doppelarmigen Hebel anordnet, dessen einer Arm mit einem Gegengewichte belastet ist, während der andere unter das verschiebbare Lager drückt und es soweit nach aussen verschiebt, bis das statische Moment des Hebels durch die wachsende Spannung des Sägeblattes ausgeglichen wird,

oder indem man das Lager in Federn aufhängt, welche, wie jener Hebel, dasselbe nach aussen zu ziehen bestrebt sind (vergl. nebenstehend Fig. 66). Die Hebelspannung ist in ihrer Anordnung schwerfälliger als die Federspannung und deshalb auch wohl seltener als diese in Anwendung, besitzt aber den Vortheil, dass sie in jeder Stellung des Hebels sich gleich bleibt, während das Maass der Federspannung naturgemäss mit der Verschiebung der Führungsscheibe ab- und zunimmt.

Den für den Betrieb einer Bandsäge erforderlichen Arbeitsverbrauch berechnet Hartig nach folgenden Formeln:

Es sei s die Schnittbreite in Millimetern
F die Schnittfläche per Stunde in Quadratmetern
ζ der Quotient aus der Geschwindigkeit des Vorschubs durch die Geschwindigkeit der Säge
N_0 der Arbeitsverbrauch im Leergange
N_1 „ „ „ Arbeitsgange,

so ist

$$\text{für Fichtenholz } N_1 = N_0 + \left(0{,}037 + \frac{326 . s}{10^7 \zeta}\right) F$$

$$\text{„ Eichenholz } N_1 = N_0 + \left(0{,}052 + \frac{412 . s}{10^7 \zeta}\right) F$$

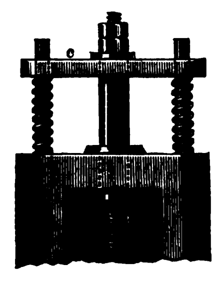
$$\text{für Rothbuchenholz } N_1 = N_0 + \left(0{,}062 + \frac{485 . s}{10^7 . \zeta}\right) F.$$

Der Werth für N_0 dürfte sich meistens in den Grenzen von 0,1 bis 0,2 Pferdestärken bewegen. Beispielsweise betrug bei einer Bandsäge mittlerer Grösse mit 1,5 mm dickem Sägeblatte, 1,7 mm breiter Schnittfuge, 6,7 m Schnittgeschwindigkeit per Secunde, 8,8 mm Vorschub per Secunde $\left(\text{also } \zeta = \frac{88}{67\,000} = \frac{1}{761}\right)$, stündlicher Leistung = 7,7 qm Schnittfläche in trockenem Eichenholz bei 240 mm Blochhöhe der gemessene Arbeitsverbrauch im Leergange 0,19 Pferdestärken, im Arbeitsgange 0,98 Pferdestärken.

Die Einrichtung und der Zweck aller übrigen Theile einer Bandsäge wird sich am besten mit Hülfe der Abbildungen Fig. 66 und 67 erläutern lassen. Dieselben stellen eine Bandsäge mit zwei Scheiben aus der Deutschen Werkzeugmaschinenfabrik in Chemnitz in $^1/_{20}$ der wirklichen Grösse dar. Dieselbe ist für Betrieb durch Elementarkraft eingerichtet, und damit nicht das Schneiden der Hölzer von grosser Länge oder Breite durch den Transmissionsriemen behindert werde, ist derselbe durch Leitscheiben in die aus der Abbildung ersichtliche Lage seitlich vom Tische geführt. Eine Losscheibe neben der festen Scheibe dient wieder zum Ausrücken der Maschine mit Hülfe des an der rechten Seite befindlichen Handgriffes.

Von den beiden Führungsscheiben für das Sägeblatt besteht die untere, in dem Hohlgussständer gelagerte, aus Gusseisen, die obere

Fig. 66.


Fig. 67.

dagegen, um in Rücksicht auf die elastische Blattspannung möglichst leicht auszufallen, aus einem schwachen, innen und aussen gedrehten, schmiedeeisernen Kranze mit Speichen aus schwachem Gasrohr, welche in die gusseiserne Nabe eingegossen sind. Die Laufflächen beider Scheiben sind mit Kautschukringen überzogen. Das Lager der oberen Scheibe befindet sich in einem Schieber *a*, welcher senkrecht an entsprechenden Führungsleisten des Ständers beweglich ist. Derselbe ist durch eine

Schraubenmutter an seiner Rückseite mit einer senkrechten, im Ständer geführten Schraubenspindel *b* (Fig. 67) verbunden, durch deren Drehung (welche vermittelst des in Fig. 66 sichtbaren Handrädchens geschieht) eine Verstellung des Schiebers in senkrechter Richtung, gemäss der Länge des aufgelegten Sägeblattes bewirkt werden kann, so dass letzteres zunächst hierdurch die vorläufige Spannung erhält. Es ist dieses die nämliche Einrichtung, wie sie sich bei allen Bandsägen zur Verstellung der einen Führungsscheibe findet. Um nun aber diese an und für sich nur von Hand verstellbare Spannung in eine selbstthätig regulirbare, elastische Spannung umzuwandeln, endigt der obere Theil der Schraubenspindel nicht in dem Ständer, sondern oberhalb desselben in einem beweglichen Querstücke *c* (Fig. 67), welches von zwei kräftigen, auf den Ständer sich stützenden Spiralfedern getragen und an zwei senkrechten Bolzen, die zugleich als Halt für die Federn dienen, geführt ist. Bei der Verkürzung des Sägeblattes werden die Federn zusammengedrückt, bei der Verlängerung drücken sie die Schraubenspindel, welche innerhalb des Ständers verschiebbar ist, wieder in die Höhe. Zur Erkennung des Maasses der elastischen Blattspannung wirkt das untere Ende der Schraubenspindel auf einen Zeiger, der das Auf- und Niedergehen derselben auf einer Skala zur Anschauung bringt.

Damit ein seitliches Ausweichen des Blattes verhütet werde, ist dasselbe unter- und oberhalb des Tisches zwischen verstellbaren Backen *ff* geführt. Jede derselben besteht aus schmalen, schräg gegen das Blatt gerichteten Holzplatten, in Hülsen eingeklemmt, welche an senkrecht verstellbaren, gusseisernen Leisten angegossen sind. Das Gewicht der oberen Führung ist zur leichteren Verstellbarkeit bei wechselnder Stärke der Arbeitsstücke durch ein gusseisernes Gegengewicht *d* ausgeglichen, welches durch eine über Rollen laufende Schnur mit demselben verbunden ist. Ausserdem befindet sich an dieser Leiste unmittelbar über den hölzernen Backenführungen ein kleines, in der Abbildung erkennbares, zum Verstellen eingerichtetes Stahlröllchen, an welchem der Rücken des Sägeblattes gleitet (Rückenführung), um während des Schnittes vor zu starkem Zurückweichen geschützt zu sein.

Oberhalb der oberen Führungsscheibe ist ein schmiedeeiserner Bügel als Sicherheitsvorrichtung für den Arbeiter beim Reissen des Sägeblattes angebracht. Ausserdem befindet sich neben dem aufwärts gehenden Blatte eine parallel zu demselben verstellbare Holzschiene mit etwas übergreifendem Falze, an welcher das Blatt leicht anliegt, so dass dieselbe theils als Rückenführung für das Blatt, theils als zweite Schutzvorrichtung beim Reissen desselben dient.

Der Tisch ist um eine in der Tischebene liegende geometrische Achse drehbar, wodurch bei vorkommenden, schräg gegen die Flächen des Arbeitsstückes gerichteten Schnitten eine Verstellung desselben möglich wird, ohne dass das Hindurchgehen des Blattes durch den im Tische angebrachten Schlitz dadurch gehemmt wird.

Um beim Ausrücken die Maschine rasch zum Stillstande bringen zu können, dient die Bremsvorrichtung *e*.

Ein Spantrichter an der unter dem Tische liegenden Blattführung leitet die vom Blatte abgestreiften Späne seitwärts ab und verhütet, dass sie auf die untere Führungsscheibe fallen.

Das Schärfen, Schränken und Stauchen der Sägen.

Diese Arbeiten, welche gewöhnlich durch den Inhaber der Säge selbst nach eingetretener Abstumpfung ausgeführt werden müssen, besitzen für die Leistungsfähigkeit derselben eine so ausserordentliche Wichtigkeit, dass eine kurze Besprechung derselben nicht zwecklos erscheinen dürfte.

Das üblichste und jetzt noch am häufigsten angewendete Werkzeug zum **Schärfen** aller Sägegattungen ist die Feile. Für Zähne mit geradliniger Brust benutzt man dreieckige Feilen mit gebrochenen Kanten (so dass der Querschnitt ein Sechseck mit drei langen und drei sehr kurzen Seiten darstellt), welche insbesondere für diesen Zweck gefertigt werden und unter dem Namen Sägefeilen käuflich sind; zum Ausfeilen der bogenförmigen Zahnlückenerweiterung bei Wolfs- und ähnlichen Zähnen, sowie zum Schärfen gekrümmter Zähne, dienen Rundfeilen (mit kreisförmigem Querschnitte) oder halbrunde Feilen (mit kreissegmentförmigem Querschnitte). Beim Schärfen, wie auch beim Schränken und Stauchen erhält die Säge eine solche Lage, dass die Zahnspitzen nach oben gerichtet sind; damit aber das Sägeblatt unter den quer geführten Strichen der Feile nicht vibrire (wodurch nicht allein jenes bekannte weit hörbare Kreischen entsteht, sondern auch die Genauigkeit der Ausführung leidet), ist es erforderlich, dasselbe da, wo gefeilt werden soll, zwischen zwei Backen soweit einzuspannen, dass fast nur die Zähne aus denselben hervorragen. Zum Einspannen kann unter Umständen ein gewöhnlicher Schraubstock mit breitem Maule dienen, in welches man, um eine Beschädigung des Sägeblattes durch die feilenartig aufgehauenen Innenflächen der Backen zu verhüten, Bleibleche oder dünne Brettstückchen eingelegt hat. Da jedoch das Sägeblatt länger zu sein pflegt, als die Breite des Schraubstockes, so ist hierbei ein öfteres Umspannen nothwendig. Deshalb pflegt man, wo die Arbeit des Schärfens regelmässig wiederkehrt, besondere Einspannvorrichtungen in Bereitschaft zu halten, im Wesentlichen aus zwei längeren und ausreichend starken hochkantig stehenden parallelen Gusseisenplatten mit gemeinschaftlichem Fusse bestehend, zwischen denen das Sägeblatt eingelegt und durch Schrauben festgeklemmt wird. Zwischen Sägeblatt und Schrauben legt man eine Eisenschiene ein, um den Druck der Schrauben gleichmässig auf die ganze Seitenfläche des Blattes zu vertheilen.

Etwas anders gestaltet sind die Einspannvorrichtungen für Krei sägeblätter. Der Schlitz, in welchem das Blatt eingeklemmt wird, mu hier so tief sein, dass das ganze Blatt darin Platz findet und nur dieje gen Zähne, welche geschärft werden sollen, an der oberen Seite vorstehe ein öfteres Umspannen ist dagegen, in Rücksicht auf die Kreisform d Zahnspitzenlinie, hier unvermeidlich, und aus diesem Grunde kann di Breite der Backen erheblich geringer sein, als bei einer Einspann vorrichtung für Sägen mit gerader Zahnspitzenlinie. Die eine der Backe pflegt, wie bei einem Schraubstocke, beweglich zu sein und wird durc eine Schraube, deren Bolzen durch das Spindelloch des Sägeblattes hin-durchgeht, gegen die erstere gepresst, so dass für das Umspannen des letzteren nur eine Drehung um diesen Schraubenbolzen erforderlich ist, nachdem die Mutter ein wenig gelöst wurde.

Auch bei zusammengelötheten Bandsägeblättern lässt sich natürlicherweise nur ein verhältnissmässig kurzer Theil der ganzen Zahnreihe mit einem Male einspannen. Damit nun nicht Gefahr entstehe, dass hierbei der an den Enden des Spannklobens frei heraushängende längere Theil des biegsamen Blattes abreisse oder verbogen werde, sowie zur Erleichterung des Umspannens, pflegt man das zu schärfende Blatt auf zwei entsprechend grosse Scheiben oder Rollen — ähnlich den Führungsscheiben der Bandsägemaschinen — zu schieben, die in der Horizontalebene sich um senkrechte, freistehende Achsen drehen, und deren Abstand von einander sich innerhalb des Rahmens, in welchem die unteren Enden der Drehungsachsen befestigt sind, gemäss der verschiedenen Länge der Sägeblätter verstellen lässt. An der dem Arbeiter zugekehrten Seite des erwähnten Rahmens ist der Spannkloben zum Einspannen des Sägeblattes befestigt und eine einfache Drehung der Rollen nach beendigter Schärfung der eingespannt gewesenen Zähne genügt, einen neuen Theil der Zahnreihe in die zum Einspannen erforderliche Stellung zu bringen.

Bei der Arbeit des Schärfens ist auf den früher ausführlich besprochenen Umstand Rücksicht zu nehmen, dass die auf einander folgenden Zähne abwechselnd links und rechts schneiden sollen, demnach auch abwechselnd nach der einen und anderen Seite ihre Zuschärfung erhalten müssen. Der Zuschärfungswinkel der Brustkante des Zahnes kann um so schärfer sein, je weicher das Holz ist und schwankt im Allgemeinen zwischen 60 und 85 Grad; die Feile muss also unter einem dieser Zuschärfung entsprechenden Winkel gegen die Sägeblattebene gerichtet werden, und zwar feilt man, um nicht bei jedem folgenden Zahne die Richtung wechseln zu müssen, zunächst den ersten, dritten und fünften Zahn u. s. w., spannt dann das Sägeblatt in umgekehrter Richtung ein oder tritt an die gegenüberliegende Seite und schärft dann ebenso die dazwischen liegenden Zähne.

Mehrfache Hülfsgeräthe sind vorgeschlagen und angewendet worden, um hierbei eine Führung der Feile unter ganz bestimmtem, genau ein-

zustellendem Winkel gegen das Sägeblatt zu ermöglichen; doch dürften dieselben bei einiger Uebung und Sorgfalt des schärfenden Arbeiters kaum einen erheblichen Nutzen gewähren.

Selbstverständlich muss man stets danach trachten, die normale Zahnform der Säge beim Schärfen möglichst genau wieder herzustellen. Ebenso ist es von grösster Wichtigkeit, dass nicht ein oder mehrere Zähne aus der Zahnspitzenlinie vorragen. Man muss deshalb die etwa vorstehenden Zähne „abgleichen" oder „abrichten", d. h. durch Befeilen auf die normale Höhe verkürzen. Bei Sägen mit geradliniger Zahnspitzenlinie erkennt man die zu langen Zähne durch Visiren über die Zahnspitzen hinweg; man legt nun eine flache Feile, deren Heft abgenommen ist, auf die Zahnspitzen und nimmt durch Hin- und Zurückführen derselben die vorstehenden Spitzen weg. Mitunter bringt man, um diese Arbeit des Abrichtens mit noch grösserer Gleichmässigkeit ausführen zu können, an dem zum Einspannen des Blattes dienenden Spannkloben eine horizontale Führungsstange an, an welcher vermittelst eines entsprechend geformten, zum Hoch- und Niedrigstellen eingerichteten Halters die Feile geführt wird. Kreissägen lässt man, während sie auf der Spindel befestigt sind, langsam umlaufen und hält die Feile gegen die Zahnspitzen. An Stelle der Spitzen der vorspringenden Zähne erscheinen nunmehr schmale, glänzende Flächen, die dann durch Nachfeilen der Zahnbrust wieder in Spitzen umgewandelt werden müssen.

Statt der einfachen, aber immerhin durch ihre rasche Abnutzung kostspieligen Feile ist neuerdings nicht selten die Fräse zum Schärfen der Sägen in Anwendung gekommen. Eine Fräse ist ein Werkzeug von der Form eines Rotationskörpers mit verzahnter Aussenfläche, welches um seine Achse gedreht wird, so dass Zahn um Zahn zum Angriffe gelangt und Späne abnimmt[1]). Sie ist in einem Gerüste oder Gestelle gelagert, welches zugleich die Mechanismen für den Antrieb und den nothwendigen allmälig stattfindenden Vorschub enthält und in diesem Specialfalle eine leichte Befestigung und Verschiebung am Sägeblatte gestatten muss. Die Drehung erfolgt hier vermittelst einer Kurbel mit Zahnradübersetzung zur Beschleunigung der Geschwindigkeit der Fräse. Da das Profil der Fräse der Form der auszufräsenden Lücke entsprechen muss, so lässt sich eine und dieselbe Fräse auch nur für den gleichen Zweck — in unserem Falle für die gleiche Zahnform — benutzen; sie ist durch ihre Herstellung weit kostspieliger als eine Feile und bedarf ohnehin zu ihrer Lagerung und Bewegung eines besonderen Gestelles mit Bewegungsmechanismus. Dagegen arbeitet sie weit rascher als eine Feile und nutzt sich weit weniger ab als diese, so dass sie bei ausreichend häufiger Benutzung thatsächlich billiger als diese arbeitet. Vorzugsweise geeignet erscheint sie zum Aus- und Nacharbeiten der bogenförmigen Zahnlücken bei Wolfs- und ähnlichen Zähnen.

---

[1]) Ledebur, Verarbeitung der Metalle, Seite 665.

Aehnlich der Fräse wirkt eine Schmirgelscheibe, aus Schmirgel mit entsprechendem Bindemittel fabrikmässig hergestellt und derartig gestaltet, dass das Profil ihres Randes mit der Form der Zahnlücke übereinstimmt. Auch diese wird in der Weise zum Schärfen benutzt, dass sie unter steter rascher Drehung um ihre Achse an der zu schärfenden Kante vorbeigeführt wird, und es ist deshalb für die Lagerung und Bewegung derselben ebenfalls ein besonderer Mechanismus — ähnlich demjenigen einer Fräsmaschine — erforderlich. Die Schmirgelscheibe arbeitet rascher als eine Feile, ist billiger als eine Fräse und aus diesem Grunde in den letzten Jahren nicht selten an Stelle der letzteren benutzt. Sie wird rascher als eine gute Fräse verbraucht und hat mit dieser die Eigenthümlichkeit gemein, dass sie ihrem Profile entsprechend nur für je eine Zahnform benutzbar ist; dagegen arbeitet sie diese mit grosser Gleichmässigkeit und fast noch grösserer Vollkommenheit aus als eine Fräse und aus diesem Grunde bleibt die Wirkung der geschärften Säge in weit geringerem Maasse von der Einsicht und Geschicklichkeit des Arbeiters abhängig als bei Benutzung einer Feile [1]).

Das älteste und auch jetzt noch am häufigsten benutzte Geräth zum **Schränken** der Sägen ist das Schränkeisen. Dasselbe, obschon es in zahlreichen äusseren Formen auftritt, besteht im Wesentlichen aus einem Eisenstabe von 15 bis 20 cm Länge, an einem Ende mit einem oder mehreren Einschnitten von der Stärke und Höhe eines Sägezahns versehen. Ueber den zu schränkenden Zahn wird das Werkzeug mit dem betreffenden Einschnitte aufgesteckt und dann hebelartig so viel umgebogen, als der beabsichtigten Schränkung entspricht. Nach dem ersten Zahne wird der dritte, fünfte u. s. w. in derselben Richtung, dann der zweite, vierte, sechste u. s. f. in entgegengesetzter Richtung geschränkt.

Giebt man dem Schränkeisen statt der unveränderlichen Einschnitte am unteren Ende zwei Backen, welche entweder in der Art wie bei einem Feilkloben oder wie bei einer Zange gegen einander verstellbar sind, so erhält man dadurch die Möglichkeit, mit einem und demselben Werkzeuge Sägeblätter von jeder beliebigen Stärke schränken zu können.

Bei diesen Formen des Schränkeisens hängt jedoch die Gleichmässigkeit der Schränkung, welche die Leistung der Säge so erheblich beeinflusst, offenbar allein von dem richtigen Augenmaasse und der Geschicklichkeit des Arbeiters ab. Aus diesem Grunde findet man bei zahlreichen Schränkeisen noch eine besondere Vorrichtung angebracht, um das Maass der Schränkung jedes einzelnen Zahnes genau zu regeln. Am einfachsten wird dieser Zweck erreicht, wenn man neben dem Schlitze, welcher über den Sägezahn geschoben wird (beziehentlich dem aus zwei Backen bestehenden Maule), eine Warze oder einen fingerartigen Ansatz anbringt, welcher sich gegen das Sägeblatt stemmt, sobald der Zahn um ein ge-

---

[1]) Näheres über Benutzung der Fräsen und Schmirgelscheiben zum Sägeschärfen: Exner, Sägen, S. 55 u. 61.

wisses Maass umgebogen ist, und solcherart das weitere Umbiegen verhindert. Macht man jenen Ansatz verstellbar, so kann man mit einem und demselben Schränkeisen auch verschieden starke Schränkungen hervorbringen.

Wie man beim Betriebe im Grossen die Feile zum Schärfen der Zähne durch Fräse oder Schmirgelscheibe ersetzt hat, so hat man auch zur Beschleunigung der Arbeit in neuerer Zeit an Stelle des an und für sich einfachen Schränkeisens mitunter eine Schränkmaschine treten lassen und zwar vorzugsweise zum Schränken der Bandsägen, welche zu diesem Zwecke auf den oben beschriebenen, beim Schärfen benutzten Apparat aufgespannt werden, so dass mit Leichtigkeit Zahn um Zahn in die feststehende Maschine vorgeschoben werden kann. Gewöhnlich wird dieser Vorschub selbstthätig durch die Maschine ausgeführt. Das Ausbiegen des Zahnes geschieht entweder durch einen pendelartig über dem Sägeblatte schwingenden Hammer oder, was jedenfalls günstiger sein dürfte, durch ein mit Hülfe einer Kurbel bewegtes Excenter oder einen Hebel [1]).

Zum **Stauchen** der Sägezähne, welches immerhin verhältnissmässig selten in Anwendung kommt, bedient man sich eines Stahlstempels (Staucheisens), an dessen unterer Seite sich ein dem Profile, insbesondere dem Spitzenwinkel des Zahnes entsprechender Ausschnitt befindet. Das Staucheisen wird auf die Zahnspitze gesetzt und die Stauchung durch einen leichten Hammerschlag gegen den Kopf des Staucheisens bewirkt. Der gestauchte Zahn muss alsdann nachgesehen und die unvermeidlichen Unregelmässigkeiten in der Stauchung an beiden Seiten der Zähne mit Hülfe einer besonders für diesen Zweck geformten Feile nachgearbeitet werden.

6. Der Handhobel.

Ein Messer oder Meissel mit geradliniger oder profilirter Schneide — das Hobeleisen oder kurzweg Eisen genannt — ist innerhalb eines mit Handgriff versehenen, kastenartigen Geräthes — des Hobelkastens oder Kastens — derartig befestigt, dass die Schneide an der unteren Seite des letzteren um so viel aus demselben vorsteht, als die Stärke der abzunehmenden Späne betragen soll, und wird in gerader Linie über die zu bearbeitende Fläche hinweggeführt. Der Zuschärfungswinkel des Hobeleisens pflegt für Bearbeitung gewöhnlicher Hölzer 30 bis 35 Grad, der Anstellungswinkel 15 bis 10 Grad, mithin der Schneidwinkel (die Neigung gegen die Bewegungsrichtung) 45 Grad zu betragen; je härter jedoch das Holz ist, desto grösser muss nach Früherem der

[1]) Schränk- und Schärfmaschinen für Band- und Kreissägen nach patentirtem Systeme liefert die Chemnitzer Werkzeugmaschinenfabrik (Joh. Zimmermann) in Chemnitz.

Zuschärfungs- wie der Schneidwinkel sein und bei aussergewöhnlich hartem Holze (Pockholz, Ebenholz etc.) kann der letztere bis 90 Grad betragen.

Der Hobelkasten hat mehr als eine Aufgabe zu erfüllen. Er soll zunächst eine sichere Stütze für das unter bestimmtem Schneidwinkel eingestellte Hobeleisen und zweitens, indem er mit seiner unteren Fläche auf der Oberfläche des zu bearbeitenden Holzstückes gleitet, eine Führung für das Hobeleisen bilden, welche die Bewegung desselben in langen Zügen (im Gegensatze zu der kurzen, stossartigen Fortbewegung des ohne besondere Führung durch die Hand bewegten Stemm- und Stechzeuges) und dadurch die Entstehung glatter, ebener Flächen ermöglicht. Indem man aber das Eisen im Hobelkasten verstellbar macht, erhält man ein Mittel, die Spanstärke beliebig gemäss der Beschaffenheit des zu bearbeitenden Holzes zu regeln, wodurch ebenfalls nicht unerheblich die Entstehung jener glatten Fläche erleichtert wird, da bei zu beträchtlicher Spandicke ein Spalten des Holzes eintreten würde. Ganz erheblich wird aber dieses Abspalten ausserdem durch den Druck erschwert, welchen der vor dem Hobeleisen hergehende Theil des Kastens auf die Holzoberfläche ausübt.

War die zu bearbeitende Oberfläche nicht von vornherein eben, sondern mit unregelmässigen Erhöhungen besetzt, so wird die Bewegung des mit einer gewissen Kraft gegen jene Oberfläche gedrückten Hobelkastens offenbar um so genauer dem unregelmässigen Profile derselben sich anschmiegen, und die gehobelte Fläche wird um so weniger geradlinig ausfallen, je kürzer der Kasten ist; daher ist für die Entstehung gerader Flächen eine gewisse Länge des letzteren erforderlich, die mit der Grösse der ursprünglich vorhandenen, durch die Arbeit des Hobelns auszugleichenden Unebenheiten wachsen muss.

Die Befestigung des Eisens in dem Kasten geschieht bekanntermaassen innerhalb eines durchgehenden Schlitzes mit Hülfe eines von oben her eingesteckten Keiles; jener Schlitz muss zwar für das Abfliessen des Spans einen genügenden Spielraum geben, darf aber anderentheils an der Schnittfläche auch nicht zu breit sein, da sonst leicht beim Aufbiegen des Spanes jenes schon erwähnte Abspalten eintreten kann, welches eben durch den Druck des Vordertheiles des Hobelkastens verhindert werden soll. Aus diesen Gründen macht man den Schlitz unmittelbar über der Schnittfläche nur so breit, als für das Abfliessen des Spanes nothwendig ist, und lässt ihn erst weiter oben sich beträchtlich erweitern (vergl. unten Fig. 72).

Die Schneide des Hobeleisens ist entsprechend den verschiedenen Zwecken, für welche der Hobel benutzt wird, ziemlich mannigfaltig geformt. Soll der Hobel zum Schroppen dienen, d. h. zur Bearbeitung aus dem Groben, wobei es darauf ankommt, starke Späne zu nehmen, so wendet man schmale Hobeleisen (25 bis 35 mm breit) mit bogenförmiger Schneide an, welche ziemlich weit aus dem Hobelkasten vorsteht und

leicht in das Holz eindringt (vergl. unten Fig. 70); für Schlichthobel, welche den Zweck haben, durch Abnahme schwacher Späne die vom Schropphobel hinterlassenen Unebenheiten zu entfernen, somit die Arbeit zu vollenden und glatte Flächen herzustellen, benutzt man Hobeleisen von circa 50 mm Breite mit geradliniger und an den Ecken schwach gebrochener Schneide, welche nur wenig aus dem Kasten hervorsteht. Je dünner und breiter aber der Span ist, und je flacher der Schneidwinkel des Hobeleisens, desto grösser ist die Gefahr für ein Aufspalten des Holzes vor dem Eisen beim Abheben des Spanes, wodurch die Genauigkeit der Arbeit beeinträchtigt werden würde. Die Gefahr würde zwar durch Anstellung des Eisens unter steilerem Winkel sich beseitigen lassen, wodurch ein rascheres Abbrechen des Spanes bewirkt werden würde, dadurch aber würde selbstverständlich die Arbeit entsprechend erschwert werden. Um deshalb auch bei flacherem Schneidwinkel ein rasches Abbrechen des Spanes zu bewirken, ordnet man häufig auf dem Eisen der Schlichthobel ein zweites Eisen verstellbar an (Platte, Deckel oder Kappe genannt), dessen untere Kante nur wenig hinter die Schneide zurückspringt und stumpf gegen den emporgleitenden Span stösst. Ein derartiges mit aufgelegter Platte versehenes Hobeleisen, wie es unten in Fig. 74 abgebildet ist, wird Doppeleisen genannt.

Sollen gehobelte Flächen später durch Leimen mit einander verbunden werden, so wird die Verbindung haltbarer, wenn die Flächen nicht vollständig glatt, sondern mit parallelen schmalen Furchen bedeckt sind. Man bedient sich in solchen Fällen des Zahneisens als Hobeleisen, an der vorderen Seite mit feinen, nahe an einander liegenden parallelen Furchen versehen, so dass, wenn man es von der Rückseite her anschleift, anstatt der Schneide ebenso viele feine Zähnchen entstehen, welche nun entsprechende Furchen in dem Arbeitsstücke ziehen.

Wenn Querholz oder Hirnholz bearbeitet wird, so stellt sich, wie schon früher erwähnt wurde, dem Vordringen des Werkzeuges ein stets wechselnder Widerstand entgegen und sofern, wie bei gewöhnlichen Hobeln, die Schneidkante rechtwinklig gegen die Bewegungsrichtung des Hobels gestellt ist, würde eine sehr ungleichförmige Arbeit oder gar ein Ausreissen der härteren Holzfasern die Folge dieses ungleichen Widerstandes sein. Deshalb stellt man in solchen Fällen die Schneidkante schräg gegen die Bewegungsrichtung (vergl. Fig. 23 auf Seite 48) und bewirkt dadurch, dass jeder einzelne Jahresring allmälig von dem vorschreitenden Eisen durchschnitten und solcherart jener Uebelstand verhütet wird (schräge Hobel). Bei Bearbeitung sehr zähen Holzes befestigt man in solchen Fällen mitunter in dem Hobelkasten vor dem Hobeleisen in einem besonderen Schlitze eine schmale Messerklinge mit einer senkrechten, nach vorn gerichteten Schneide (Schnitzer, Vorschneidemesser), welches vor dem Hobeleisen hergeht und da, wo die schräge Schneide desselben zuerst zum Angriffe gelangen soll, die entgegen stehenden Fasern quer durchschneidet, so dass jeder Zusam-

menhang des wegzuhobelnden Holzes mit dem daneben befindlichen aufgehoben wird.

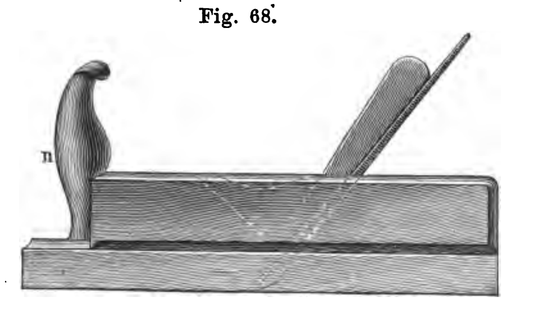
Aber nicht allein zur Herstellung vollständig ebener Flächen wird der Hobel benutzt, sondern in zahlreichen Fällen bedient man sich desselben auch, um geradlinig verlaufende Gliederungen (Gesimse, Kehlungen) von bestimmten Profilen auszuarbeiten. In diesem Falle muss natürlich sowohl die Schneidkante des Hobeleisens als der Querschnitt durch die Hobelsohle genau dasselbe Profil zeigen, welches durch Hobeln hergestellt werden soll, und der Hobel heisst alsdann Kehlhobel, Profilhobel oder Façonhobel.

Endlich aber ist der Fall denkbar, dass bei Ausarbeitung flach concaver Flächen der Hobel nicht geradlinig, sondern entsprechend der Krümmung jener Fläche bewegt werden muss. Die Sohle der hierfür anzuwendenden Hobelkasten darf demnach nicht geradlinig sein, sondern muss im Längenprofile convexe Form besitzen; wegen der Aehnlichkeit dieses Profiles mit demjenigen eines Schiffsbauches nennt man derartige Hobel Schiffhobel. Die Eisen derselben können geradlinige oder, sofern Kehlungen hervorgebracht werden sollen, profilirte Schneiden besitzen und im letzteren Falle heissen die Hobel Schiffprofilhobel.

Aus der ungemein grossen Zahl der verschiedenen Arten von Hobeln sollen in Folgendem die vorzugsweise charakteristischen herausgegriffen und näher erläutert werden.

Die Abbildungen Fig. 68 bis 71 stellen einen gewöhnlichen *Schropphobel* für Tischler, Zimmerleute, Wagner u. s. w. nebst seinen einzelnen

Fig. 68.



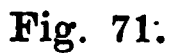


Fig. 71.



Fig. 69.

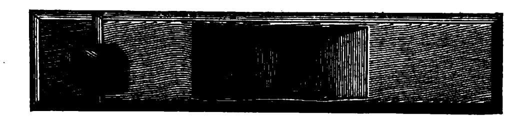
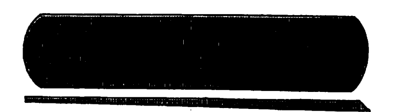


Fig. 70.



Theilen dar. Fig. 70 ist das Hobeleisen, Fig. 71 der in Fig. 68 von der Seite gesehene Keil zur Befestigung desselben im Kasten, welcher hinter den Nasen *ii* an den Wangen des

Kastens eingeschoben wird. Soll das Eisen herausgenommen werden, so giebt man einige Schläge auf die Rückseite des Kastens, wodurch der Keil gelockert wird. Der Handgriff oder die „Nase“ *n* wird mit der linken Hand erfasst, während die Rechte hinter dem Eisen den Kasten ergreift.

Ein *Schlichthobel mit Doppeleisen* ist in Fig. 72 bis 74 abgebildet. Das Eisen ist, wie schon erwähnt, gewöhnlich breiter als ein Schroppeisen und das abgebildete ist mit Platte versehen. Die Art und Weise der Verstellbarkeit der letzteren auf dem Eisen ist in Fig. 74 zu erkennen. In dem Schlitze des Eisens ist eine Schraube angebracht, deren beide Enden gegen die Ränder des Schlitzes stossen, so dass sie zwar gedreht aber nicht verschoben werden kann. An der Platte aber sind zwei Schraubenmuttern *a a* befestigt, welche in den Schlitz hineinragen und die Schraube umfassen. Durch Drehung der letzteren wird somit eine Verschiebung der Muttern nebst Platte bewirkt werden. Der Schlitz *s* in dem Hobelkasten dient zur Aufnahme der erwähnten Schraubenmuttern. In etwas einfacherer Weise lässt sich auch die Verschiebung und Feststellung der Platte auf dem Hobeleisen mit Hülfe einer Klemmschraube bewirken, welche durch den Schlitz des letzteren hindurchgeht und mit vorstehendem Kopfe versehen ist, durch dessen Drehung beide Theile auf einander gespannt werden. Die Einrichtung des Hobelkastens zeigt keine erheblichen Abweichungen von der des Schropphobels.

Fig. 72.



Fig. 73.

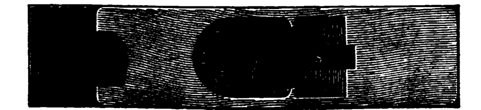
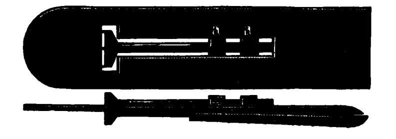


Fig. 74.



Abarten des Schlichthobels sind:

Die *Rauhbank*, zur Herstellung genau ebener Flächen bestimmt und deshalb mit langem Hobelkasten (600 bis 750 mm lang) versehen. Sie besitzt ein einfaches oder Doppeleisen.

Die *Fügebank*, noch länger als die Rauhbank (bis 3 m lang) und deshalb häufig zweimännig geführt. Sie wird vorwiegend von Tischlern

zum Bestossen der Kanten an langen Brettern gebraucht, welche zu Fussböden, Tischplatten u. dergl. zusammengefügt werden sollen.

Wenn die einander zugekehrten Flächen zweier unter rechtem Winkel zusammenstossender Holzstücke bis an die Kante des Winkels bearbeitet werden sollen, oder wenn eine rechtwinklige Vertiefung mit Hülfe des Hobels ausgearbeitet werden soll, so ist ein Hobel von den bisher besprochenen Formen, bei welchem die Schneide des Eisens schmaler ist als der Kasten, aus nahe liegenden Gründen nicht anwendbar. Man bedient sich in solchen Fällen eines Hobels, bei welchem die Schneide die ganze Breite des Hobelkastens einnimmt und welcher *Simshobel* genannt wird. Ein solcher ist in Fig. 75 in perspectivischer Ansicht abgebildet. Das Spanloch muss hier selbstverständlich die Sohle

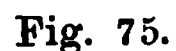
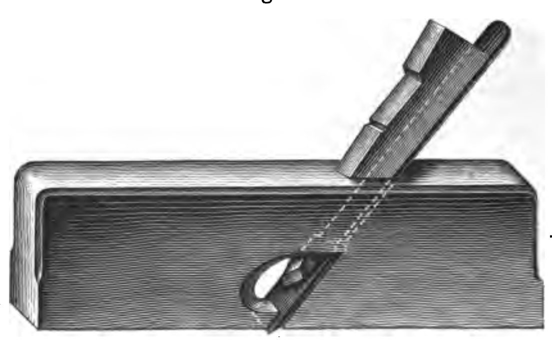


Fig. 75.



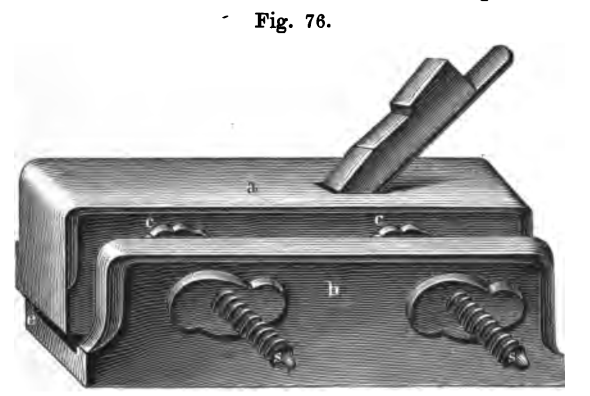
des Kastens vollständig durchschneiden und es muss deshalb auf eine um so solidere Verbindung der beiden Kastenhälften in dem oberen Theile Rücksicht genommen werden. Demnach ist das Eisen schaufelartig, oben schmal mit breiter Schneide geformt, so dass den beiden Wangen des Kastens in dem oberen Theile eine genügende Stärke gesichert ist; das Keilloch aber ist oben nur so weit, um den Keil und das Eisen aufzunehmen, ohne den Hobelspänen Austritt zu gestatten; letzterer erfolgt seitlich oberhalb der Schneide. Bei dem abgebildeten Simshobel ist die Schneide, um auf Hirn- oder Querholz benutzt werden zu können, etwas schräg gegen die Achsenrichtung gestellt (schräger Simshobel). Ist der Simshobel für sehr schmale Vertiefungen bestimmt und deshalb selbst nur entsprechend breit (5 bis 8 mm), so fertigt man den Kasten aus Guss- oder Schmiedeeisen, da Holz in dem geringen Querschnitte neben dem Keilloche nicht mehr die genügende Haltbarkeit besitzen würde.

Liegt die Aufgabe vor, unmittelbar an den Kanten eines Arbeitsstückes rechtwinklige Furchen auszuarbeiten (z. B. bei Fensterflügeln den sogenannten Kittfalz zum Einlegen der Glasscheiben), so benutzt man den *Falzhobel*. An der einen langen Seite desselben tritt die Schneide wie beim Simshobel bis an den Rand, so dass auch hier die Verbindung

zwischen vorderer und hinterer Hälfte des Kastens durch die Wange nur in der oberen Hälfte bewirkt ist und der Span seitlich austritt; gegenüber geht die Wange ganz durch und tritt mit einem leistenartigen Vorsprunge bis unter die Sohle in der ganzen Längenausdehnung derselben, so dass solcherart ein Anschlag oder eine Führung für den Hobel entsteht, welche bei der Bewegung desselben an seiner Kante gleitet.

Um jedoch mit Hülfe eines solchen Falzhobels auch Falze von verschiedener Breite hobeln zu können, macht man häufig jenen Anschlag verstellbar und erhält dadurch den in Fig. 76 abgebildeten *Falzhobel mit Stellwand.* Bei demselben sind die beiden Schraubenspindeln *ss* mit dem

Fig. 76.



Hobelkasten *a* unbeweglich verbunden; die Stellwand *b* lässt sich auf denselben verschieben und mit Hülfe passender Einlegestücke sowie der Schraubenmuttern in beliebiger Entfernung vom Kasten feststellen, wodurch dann ebenfalls die Entfernung des unten befindlichen Anschlages *e* vom Rande des Kastens bestimmt ist.

Eine Abart der gewöhnlichen Falzhobel wird durch die *Kittfalzhobel* gebildet, welche ausser dem gewöhnlichen Falze noch gleichzeitig eine Hohlkehle, einen Stab oder dergleichen hervorbringen. Sie haben dementsprechend eine profilirte Sohle und Schneide und gehören somit zu den Profilhobeln, schliessen sich aber im Uebrigen ihrer Form nach vollständig den Falzhobeln an.

Der *Wangenhobel* wird benutzt, um durch Bearbeitung senkrechter Nuthenwände die Nuth breiter zu machen. Er ist ähnlich wie der oben beschriebene Simshobel geformt, die Sohle desselben aber ist an beiden Seiten leistenförmig verbreitert, und die Schneide nimmt wie beim Simshobel die ganze Breite der Sohle ein. Er wird bei der Benutzung auf der einen Seite liegend, also mit senkrecht stehender Sohle geführt, wobei die unten liegende Seite auf dem Arbeitsstücke und die vorspringende Leiste innerhalb der Nuth gleitet.

Plattbank wird ein Hobel genannt, welcher zur Herstellung plattenförmig vorspringender Theile an Thürfüllungen, Wandbekleidungen u. s. w.

bestimmt ist, mit denen dieselben in den Rahmen eingelassen werden. Er ist wie der oben beschriebene Falzhobel mit Anschlag versehen, welcher am Rande des Arbeitsstückes gleitet und wie bei diesem verstellbar gemacht werden kann; die Schneide ist geradlinig, breit und gewöhnlich schräg gegen die Achse gestellt.

Den *Nuthhobel* und *Federhobel* benutzt man, um die für Holzverbindungen häufig angewendeten Nuthen (Furchen) und Federn (Leisten, welche genau in die Nuthen hineintreten; vergl. unten Fig. 99 unter Zusammenfügungsarbeiten) in beliebigem Abstande vom Rande des Arbeitsstückes auszuarbeiten. Die Sohle dieser Hobel besteht aus einer eisernen, sehr schmalen, unter dem breiteren Holzkasten befestigten Schiene (Zunge genannt), welche dort, wo das Eisen hindurchtritt, durch einen Querschlitz getheilt ist; das Eisen ist breiter als diese Zunge und mit einer Längsfurche versehen, in welche das zugeschärfte Ende der einen Zungenhälfte hineingreift, solcherart das Eisen vor seitlicher Verschiebung sichernd. Ein verstellbarer Anschlag (vergl. oben: Falzhobel mit Stellwand) bestimmt den Abstand der Nuthe beziehentlich Feder vom Rande. Das Hobeleisen für Nuthenhobel hat eine geradlinige Schneide, der Breite der Nuthe entsprechend; das Eisen des Federhobels ist an der Schneide gabelförmig getheilt und besitzt demnach zwei getrennte, aber in derselben geraden Linie liegende Schneiden, deren Abstand von einander der Dicke der herzustellenden Feder entspricht. Ist der Hobel so eingerichtet, dass man sowohl das Nuth- als das Federeisen einsetzen kann, so wird er *Spundhobel* genannt (die Verbindung durch Nuth und Feder heisst das „Spunden").

Um „Grate" auszuarbeiten, d. h. federartige Leisten von schwalbenschwanzförmigem Querschnitte, welche in entsprechende Furchen eines zweiten Holzstückes eingreifen und solcherart eine festere Verbindung als die rechtwinklige Nuth und Feder bewirken (vergl. Holzverbindungen im vierten Abschnitte), dient der *Grathobel.* Er ist wie ein Falzhobel geformt und mit festem oder verstellbarem Anschlage versehen; der Querschnitt der Sohle und die Schneide zeigen schräge Lage ⌞⌟. Man arbeitet zuerst die eine schräge Seite des Grates aus, wendet dann das Arbeitsstück und stellt nun die andere Seite her. Die entsprechende Furche muss mit Hülfe der Gratsäge und des Stemmeisens ausgearbeitet und mit dem sogenannten *Grundhobel* auf der Sohle nachgearbeitet werden. Letzterer hat ein hakenförmig gekröpftes Eisen, welches um die Lochtiefe auf dem auf den Rändern der Furche gleitenden Kasten vorsteht.

Die charakteristische Eigenthümlichkeit der *Kehlhobel* oder *Profilhobel* wurde schon auf S. 116 erläutert. Selbstverständlich kann jeder einzelne Kehlhobel auch nur ein einziges bestimmtes Profil ausarbeiten, und zur Herstellung mehrgliedriger Formen (Gesimse) sind deshalb auch immer mehrere Kehlhobel erforderlich. Je nachdem sie Stäbe, Hohlkehlen oder Karniese ausarbeiten, benennt man sie als Stab-, Hohlkehl- oder Karnieshobel.

Der Zweck und die Form des *Schiffhobels*, welcher in mannigfachen Abarten auftritt, wurde schon auf S. 116 erläutert.

Für besondere Gewerbe, insbesondere für Bötticher, sind noch ausser den vorstehenden, vorzugsweise von Tischlern, Zimmerleuten und Wagnern benutzten Hobeln einige andere Arten in Anwendung. Fast sämmtliche Böttichehobel haben ausgebauchte Seitenwände, wodurch sie sich schon von vornherein von den bisher besprochenen unterscheiden.

Zur Bearbeitung der Fassdauben an den Stossfugen dient das *Blöchel*, 0,5 m lang, 6 cm breit und ähnlich wie die auf S. 117 beschriebene Fügebank geformt, welches wie diese zweimännig gehandhabt wird.

Die *Stossbank* oder *Binderstossbank* ist ein sehr langer (1,5 bis 3 m), auf vier Füssen in schräger Lage feststehender Hobel mit nach oben gekehrter Schneide, ebenfalls zum Bestossen der Fassdauben benutzt.

Der *Gärbhobel* ist ein Schiffhobel mit gebauchten Seitenwänden und dient dazu, die inneren Flächen an den Enden eines Gefässes zu glätten.

Der *Bodenbrammschnitt* dient zum Abschrägen (Zuschärfen) des Randes der Fassböden; der *Kimmhobel* zur Herstellung einer Nuthe (Kimme) an der inneren Seite der Dauben, in welche jener Rand des Bodens hineintritt. Ersterer ist deshalb mit concentrisch gekrümmten Seitenwänden und Anschlage versehen, um sich an den kreisrunden Boden passend anlegen zu können; der Kimmhobel hat, um auf der concaven Fläche der Dauben geführt werden zu können, eine convexe Sohle mit verstellbarem Anschlage und ist, da er stets gegen die Fasern zu arbeiten hat, mit zwei parallelen Vorschneidemessern versehen, welche genau die seitliche Begrenzung der Kimme einschneiden.

Der *Stemmhobel* dient zum Abhobeln der Fassränder an den Hirnenden und hat demnach wie der Bodenbrammschnitt concentrisch gekrümmte Seitenwände. Zur Bearbeitung der Innenfläche der Fässer nach der Längenrichtung (Höhe der Fässer) dient der *Geschirrhobel* mit nach der Querrichtung convexer Hobelsohle und gebauchten Seiten.

Auch Profilhobel unter verschiedenen Benennungen (Kranzhobel, Stabhobel etc.) werden von den Böttchern benutzt, um ihre Erzeugnisse mit Verzierungen zu versehen.

Sehr zahlreiche, in Vorstehendem vielfach benutzte Abbildungen nebst Beschreibungen der für die verschiedenen Gewerbe benutzten einzelnen Hobelarten findet der Leser in Fr. v. Wertheim, Werkzeugkunde, Wien 1869.

7. Die Hobelmaschinen.

Die verhältnissmässig geringe Leistung eines Handhobels bei Bearbeitung grösserer Flächen wird es leicht erklärlich finden lassen, dass man schon seit Ende des vorigen Jahrhunderts bemüht war, durch An-

wendung einer rascher arbeitenden Maschine die Arbeit jenes ganz oder theilweise zu ersetzen. Die erste Idee einer Holzhobelmaschine stammt, wie die meisten Erfindungen im Werkzeugmaschinenbau, aus England und wurde im Jahre 1791 dem Sir Samuel Bentham patentirt. Sehr bald folgten neue bessere Constructionen; eine allgemeinere Anwendung fanden die Hobelmaschinen in England jedoch erst seit 1827, wo Malcolm Muir in Glasgow sie mit Einrichtungen versah, die zum Theile noch bei den modernen Maschinen in Anwendung sind. In Deutschland, wo in Rücksicht auf die niedrigeren Arbeitslöhne und die beschränktere Leistung der einzelnen Werkstätten das Bedürfniss eines Ersatzes der Handarbeit beim Hobeln sich weniger als in England und Nordamerika fühlbar machte, konnten die Hobelmaschinen erst sehr allmälig sich in grösseren Werkstätten Eingang verschaffen, nachdem die verschiedenen Industrieausstellungen zu London, Paris, Wien u. s. w. ihre ausserordentliche Leistungsfähigkeit auch einem grösseren Kreise von Fachleuten zur Anschauung gebracht hatte; und in ausgedehntem Maasse fanden sie erst Eingang, als die nach dem französischen Kriege eintretenden Veränderungen in den Lohnverhältnissen die Fabrikanten auch in Deutschland zwangen, den Bedarf an menschlicher Arbeit auf ein möglichst kleines Maass zurückzuführen.

Der allgemeinen Anordnung nach unterscheidet man im Wesentlichen drei Gattungen von Hobelmaschinen.

1. *Hobelmaschinen mit geradliniger Hauptbewegung*, *Abricht- oder Abziehmaschinen*, *Furnierhobelmaschinen*, *Spaltmaschinen*. Die Arbeit derselben besteht in einer einfachen Nachahmung der Anwendung eines Handhobels mit dem Unterschiede, dass das Messer dieser Maschine die ganze Breite des zu behobelnden Arbeitsstückes besitzt, mithin die Bearbeitung in einem einmaligen Durchgange stattfindet. Die Bewegung wird entweder wie beim Handhobel durch das Werkzeug ausgeführt, während das Arbeitsstück ruht, oder umgekehrt. In dem ersteren Falle ist das zu bearbeitende Holz auf einem gusseisernen, horizontal liegenden Tische festgespannt, welcher, um die Abnahme mehrerer Späne nach einander zu ermöglichen, mit Hülfe von vier senkrechten Schraubenspindeln in der Höhenrichtung verstellbar ist; das Messer ist unter entsprechendem Schneidwinkel in einem kräftigen, gusseisernen Schlitten befestigt, welcher oberhalb des erwähnten Tisches in der Längenrichtung desselben in prismatischen Führungen gleitet und mit Hülfe einer Zahnstange mit Getriebe oder einer Kurbel mit Schubstange bewegt wird. In dem anderen Falle befindet sich das Messer in einem Schlitze der feststehenden Tischplatte mit der Schneide nach oben gerichtet und das Arbeitsstück wird mit Hülfe eines Schlittens oder auch durch Zuführungswalzen, ähnlich wie bei dem früher abgebildeten vertikalen Sägegatter, darüber hinweggeführt. Solche Maschinen verursachen einen verhältnissmässig bedeutenden Arbeitsaufwand, ohne dem Handhobel gegenüber sehr erhebliche Vortheile zu bieten. Sie sind daher, sofern es sich um

Hobeln im engeren Sinne handelt, verhältnissmässig selten in Anwendung; häufiger finden sie sich für Herstellung bestimmter Gegenstände benutzt, bei welchen der entfallende Span das eigentliche Arbeitsstück bildet. Hierher gehören z. B. dünne Furnierblätter; das Holz wird mit Hülfe der beschriebenen Maschine in Blätter von 0,2 bis 0,8 mm Stärke zerlegt, wobei ein Verlust durch Zerspanung ganz vermieden wird. Die Geschwindigkeit der Bewegung hierbei beträgt circa 250 mm per Secunde, die Länge der geschnittenen Blätter bis zu 3 m, die Breite bis zu 1,3 m. Auch bei der Anfertigung von Dachschindeln, Holzschachteln u. s. w. finden derartige Maschinen eine nicht seltene Verwendung.

2. *Querhobelmaschinen, Scheibenhobelmaschinen.* Ein Cylinder oder eine Scheibe (Messerkopf genannt), welche mit grosser Geschwindigkeit (20 bis 30 m Umfangsgeschwindigkeit per Secunde) um ihre Achse gedreht wird und deren Durchmesser der Breite der grössten zu bearbeitenden Fläche entspricht, trägt an der dem Arbeitsstücke zugekehrten Stirnseite eine Anzahl Messer, welche solcherart die Hauptbewegung (Drehung in einer Ebene) vollführen, während das zu bearbeitende Holz in horizontaler Richtung vor denselben vorbei geführt wird. Es entstehen mithin auf der Holzfläche kreisbogenförmige Schnitte, welche quer über dieselbe hinlaufen. Gewöhnlich befindet sich der Messerkopf an dem unteren Ende einer senkrechten Welle, und das Arbeitsstück geht unter der Scheibe hindurch, wobei die obere Seite desselben bearbeitet wird; mitunter aber auch, wenn senkrechte Flächen bearbeitet werden sollen, liegt die Drehungsachse wagerecht; und um zwei parallele Seiten desselben Arbeitsstückes gleichzeitig hobeln zu können, ordnet man in dem letzteren Falle auch wohl gegenüberstehende Messerscheiben mit verstellbarem Abstande von einander an. Die Drehung der Wellen erfolgt durch Riemenscheiben mit 150 bis 2500 Umgängen per Minute entsprechend dem Scheibendurchmesser, welcher 0,25 bis 3,50 m betragen kann. Die Geschwindigkeit des Vorschubes beträgt 20 bis 60 mm per Secunde, die Anzahl der Messer 2, 4, 8 oder in grösseren Scheiben bis 32. Die Form der Schneiden pflegt beim Schroppen, um das Ausreissen der Fasern zu verhüten, derjenigen des Hohleisens (S. 57) nachgebildet zu sein, und durch Messer mit geradlinigen Schneiden, welche gegen die gebogenen eingetauscht werden, bewirkt man nach dem Schroppen das Schlichten der durch die Schroppeisen wellenförmig bearbeiteten Oberfläche; oder man ordnet, um das Auswechseln zu ersparen, einen Vorschneidezahn (S. 115) am Umfange der Messer an, welcher zuvor die Fasern trennt. Der Vorschub des Arbeitsstückes wird gewöhnlich mit Hülfe eines Schlittens bewirkt, auf dem das Holz festgespannt ist und der durch einen der hierfür üblichen Mechanismen (gewöhnlich Getriebe mit Zahnstange) seine Bewegung erhält. Selbstverständlich ist die grösste Länge des zu bearbeitenden Holzstückes hierbei abhängig von der Hublänge der Maschine (Länge der Zahnstange), und nach beendigtem Durchgange muss der Tisch in die Anfangsstellung zurückgeführt werden, was durch ent-

gegengesetzte Drehung des Bewegungsmechanismus von Hand zu geschehen pflegt. Seltener ist bei dieser Hobelmaschine die Zuschiebung durch zwei Walzenpaare ohne Schlitten, welche das Arbeitsstück erfassen und durch ihre Drehung allmälig vorwärts bewegen. Im Ganzen sind die Querhobelmaschinen nicht gerade häufig, da sie der Eigenthümlichkeit ihrer Construction zufolge ausschliesslich zur Herstellung ebener Flächen und nicht, wie die sogleich zu beschreibenden Langhobelmaschinen, auch für profilirte Querschnitte benutzt werden können, dabei ziemlich viel Raum beanspruchen und verhältnissmässig kostspielig in der Anlage sind. Ihre hauptsächlichste Verwendung finden sie in Werkstätten, wo breite und verhältnissmässig kurze Arbeitsstücke aus harten Hölzern eine durchaus ebene Oberfläche erhalten sollen; in Parquetfabriken, beim Waggonbau u. s. w.

Als erforderlichen Arbeitsverbrauch für den Betrieb einer mittelgrossen Querhobelmaschine wird man zwei bis drei Pferdestärken zu veranschlagen haben. Hartig maass bei einer derartigen Maschine mit einer Messerscheibe von 740 mm Durchmesser, 700 Umdrehungen per Minute, 27,2 m Schnittgeschwindigkeit, 3,1 mm Zuschiebung per Umdrehung, 3,65 m grösster Länge des Arbeitsstückes einen Arbeitsverbrauch im Leergange von 1,5 Pferdestärken und bei Bearbeitung von Rothbuchenholz mit 375 mm Breite, 5 mm Schnittbreite, 1,55 mm Schnittstärke und einer stündlichen Zerspanung von 0,233 cbm Holz einen totalen Arbeitsverbrauch von $3^1/_4$ Pferdestärken.

Bezeichnet N_0 die Arbeit im Leergange
„ N_1 „ „ „ Arbeitsgange
„ f den Spanquerschnitt in Quadratmillimetern
„ V das per Stunde zerspante Holz in Kubikmetern,
so würde sich der Arbeitsverbrauch beim Abhobeln von Rothbuchenholz nach der Formel berechnen lassen:

$$N_1 = N_0 + (3{,}16 + 0{,}5f)\,V.$$

Eine in ihrer Construction ziemlich einfache Scheibenhobelmaschine (von Th. Robinson & Son in Rochdale) ist in Fig. 77 in perspectivischer Ansicht abgebildet. Die Messerscheibe a ist an dem unteren Ende einer senkrechten, doppelt gelagerten Welle befestigt. Um sie gemäss der verschiedenen Stärke der Arbeitsstücke höher und niedriger stellen zu können, sind die Lager in einem senkrecht verschiebbaren, an Prismenführungen an der Stirnseite des kräftigen Hohlgussständers b gleitenden Schlitten angeordnet; die Einstellung wird von dem Handrade c aus bewirkt, welches eine horizontale Querspindel und von dieser aus durch Vermittlung von einem Paar Winkelgetrieben eine im Ständer gelagerte senkrechte Schraubenspindel in Drehung versetzt; letztere geht durch eine Schraubenmutter an der Rückseite des Schlittens hindurch und ertheilt bei ihrer Drehung solcherart diesem eine senkrechte Verschiebung. Der Antrieb erfolgt von der auf der senkrechten Antriebswelle befindlichen

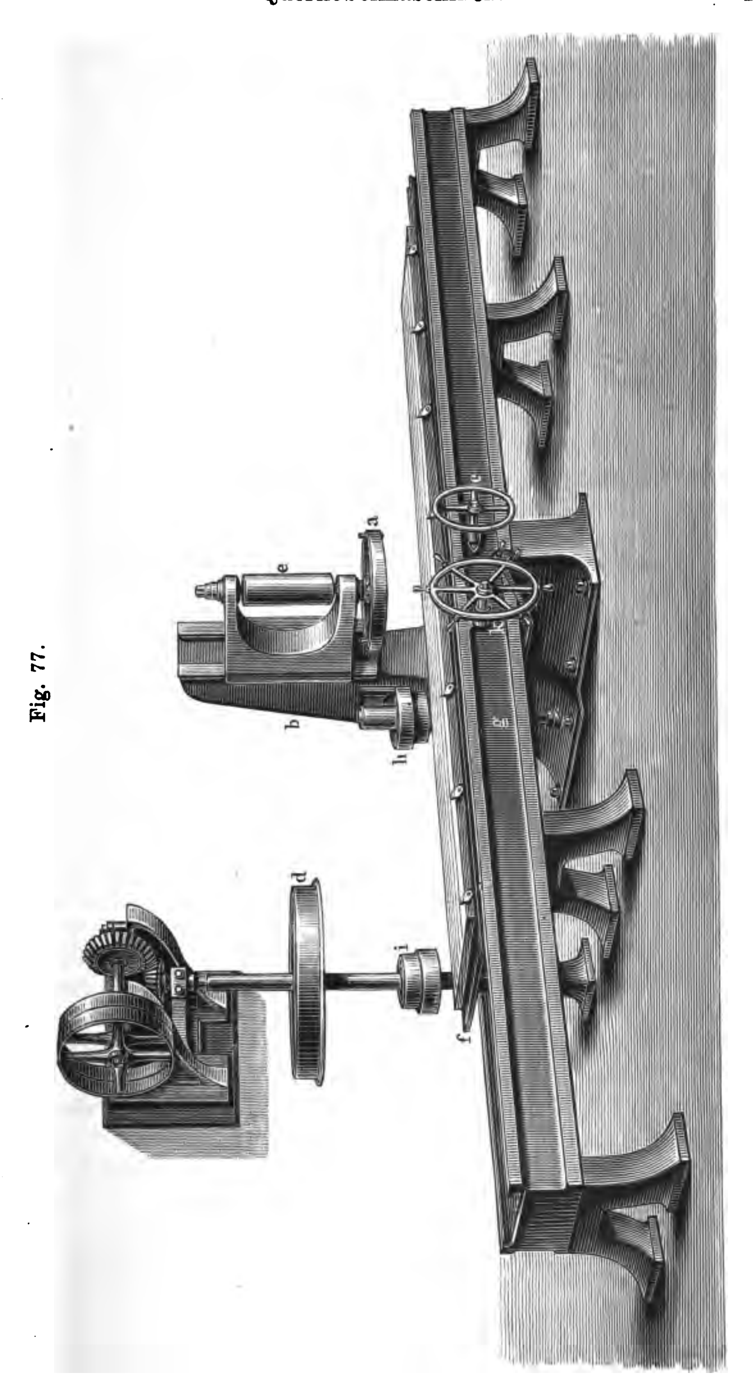


Fig. 77.

grossen Riemenscheibe *d* aus auf die Riemenscheibe *e*, welche eine der beschriebenen Verstellbarkeit des Messerkopfes entsprechende Breite besitzen muss. Das Arbeitsstück wird mit Hülfe von seitlichen Knaggen oder Klammern auf dem Schlitten *f* befestigt, welcher in horizontalen Prismenführungen auf dem Bette *g* der Maschine gleitet. An der unteren Seite trägt derselbe eine Zahnstange im Eingriffe mit einem auf horizontaler Welle befindlichen Getriebe, welches durch Vermittelung von einem Paar Winkelrädern von der Welle der im Ständer gelagerten Stufenscheibe *h* ihre Drehung empfängt; *k* aber wird von der Stufenscheibe *i* aus, wie leicht ersichtlich ist, bewegt, und zwar, je nachdem geschroppt oder geschlichtet werden soll, mit rascher oder langsamer Drehung. Wenn der Durchgang beendet ist, findet Zurückführung des Schlittens von Hand durch Drehung des Rades *k* statt, welches auf dem Ende der Getriebewelle befestigt ist.

3. *Langhobelmaschinen*, *Walzenhobelmaschinen*, *Tangentialhobelmaschinen.* Dieselben sind unter allen Hobelmaschinen die am häufigsten benutzten. An einer mit grosser Geschwindigkeit umlaufenden Welle sind zwei bis vier Messer von einer solchen Länge, dass sie quer über die ganze zu hobelnde Fläche hinüber reichen, derartig befestigt, dass ihre Schneidkante parallel der Drehungsachse steht. Das Arbeitsstück macht den Vorschub durch horizontale Vorwärtsbewegung in der Faserrichtung; die Bearbeitung erfolgt, indem die um die Achse herum bewegten Messer nach einander die Oberfläche des Holzes bestreichen und breite Späne in der Richtung der Fasern davon abnehmen. Die Stellung der Messer ist hierbei eine solche, dass sie in dem Augenblicke, wo sie in das Holz eindringen, einen Winkel von etwa 45 Graden gegen die Oberfläche desselben beschreiben. Die Geschwindigkeit derselben ist eine sehr bedeutende und pflegt bei grösseren Maschinen bis 30 m per Secunde in dem von den Schneiden beschriebenen Kreise zu betragen; der Durchmesser dieses Kreises ist 100 bis 350 mm, die Umdrehungszahl per Minute beträgt 1200 bis 2000 bei den grösseren und bis zu 7500 bei den kleinsten Maschinen. Die Länge der Schneiden, entsprechend der grössten Breite des zu hobelnden Arbeitsstückes, schwankt zwischen 75 mm bis 750 mm. Da jedoch mit zunehmender Länge der Messer die Schwierigkeit ihrer Herstellung und Instandhaltung, sowie die Grösse des Widerstandes beim Angriffe wächst, so ordnet man nicht selten statt eines langen zwei oder drei kürzere Messer von der nämlichen Gesammtlänge an, jedoch nicht unmittelbar neben einander, sondern derartig vertheilt, dass sie in regelmässiger Aufeinanderfolge die ganze Holzbreite bearbeiten. Giebt man ihnen dabei eine solche Form und Stellung, dass die Schneiden spiralförmig stehen — was allerdings wegen der hierzu nöthigen gewundenen Form der Klingen nicht ohne Schwierigkeit ist —, so erreicht man den Vortheil einer schrägen Schneide, d. h. eines günstigern Schneidwinkels und einer gleichmässigern Arbeit.

Der Vorschub des Holzes erfolgt meistens unmittelbar durch Walzen

wie bei der unten abgebildeten Maschine; wenn es dagegen auf sehr grosse Genauigkeit ankommt, mit Hülfe eines bewegten Tisches (Schlittens), auf welchem das Holz befestigt wird; die Geschwindigkeit des Vorschubes pflegt derartig bemessen zu sein, dass auf 1 m Länge 800 bis 2500 Schnitte entfallen (also bei zwei Messern 400 bis 1250 Umdrehungen), je nachdem geschroppt oder geschlichtet werden soll. Es entspricht diese Bedingung einer Geschwindigkeit des Vorschubes von 1 bis 5 m per Minute; allerdings findet man neuere englische Langhobelmaschinen, bei welchen dieses Maass ganz erheblich überschritten und das Holz mit einer Geschwindigkeit bis zu 20 m per Minute vorgeschoben wird. Eine sehr grosse Standfestigkeit aller Theile einer solchen Maschine ist natürlich unerlässlich, wenn bei dem raschen Gange Beschädigungen vermieden werden sollen. Vor Allem ist eine genaue und sachgemässe Anordnung und Lagerung der Messerwelle erforderlich, um Vibrationen zu vermeiden, durch welche statt einer ebenen eine gewellte oder gerippte Oberfläche entstehen würde. Die Messer müssen daher gleich schwer sein und ihre Schneidkanten genau gleichen Abstand von der Drehungsachse der Welle haben. Eine allzu feste wie allzu elastische Lagerung ist gleich nachtheilig. Tritt nämlich während des Hobelns irgend ein stärkeres Hinderniss, z. B. ein vorragender Ast, dem Messer entgegen, so würde bei allzu fester Lagerung ein Abbrechen der Schneide oder eine Beschädigung der Welle selbst die Folge sein; ist die Lagerung zu elastisch, so erhält die Messerwelle durch den stattfindenden Stoss eine tanzende Bewegung, die auf der Oberfläche des bearbeiteten Holzes sich durch eine Reihe paralleler Querfurchen kundgiebt.

Soll nur die eine breite Seite eines Brettes, einer Diele oder dergleichen eben gehobelt werden, so liegt die Messerwelle horizontal und das Arbeitsstück wird unter derselben hindurchgeführt; häufig will man aber beide breite Seiten gleichzeitig bearbeiten und versieht in diesem Falle die Maschine mit zwei horizontalen Messerwellen, deren Höhenabstand von einander gemäss der Dicke des Arbeitsstückes verstellbar ist und deren zweite von unten her zum Angriffe gelangt; in noch anderen Fällen sollen ausser den breiten auch die schmalen Seiten des Brettes behobelt werden und ausser den zwei horizontalen sind alsdann auch zwei vertikale Messerwellen — ebenfalls in verstellbarem Abstande von einander — angebracht, welche diese letztere Aufgabe erfüllen (vierseitige Hobelmaschinen).

Giebt man den Schneidkanten einer Langhobelmaschine statt der geradlinigen eine profilirte Form, so entsteht selbstverständlich statt einer ebenen eine Oberfläche, deren Querschnitt genau jenem Profile der Schneidkanten entspricht, und man ist solcherart im Stande, Gesimsleisten u. dergl. von beliebiger Länge auszuarbeiten. Die Maschine, welche für derartige Zwecke bestimmt ist, pflegt als Kehlmaschine bezeichnet zu werden, und bildet den Uebergang zu den Fräsmaschinen im engeren Sinne, von welchen unten die Rede sein wird.

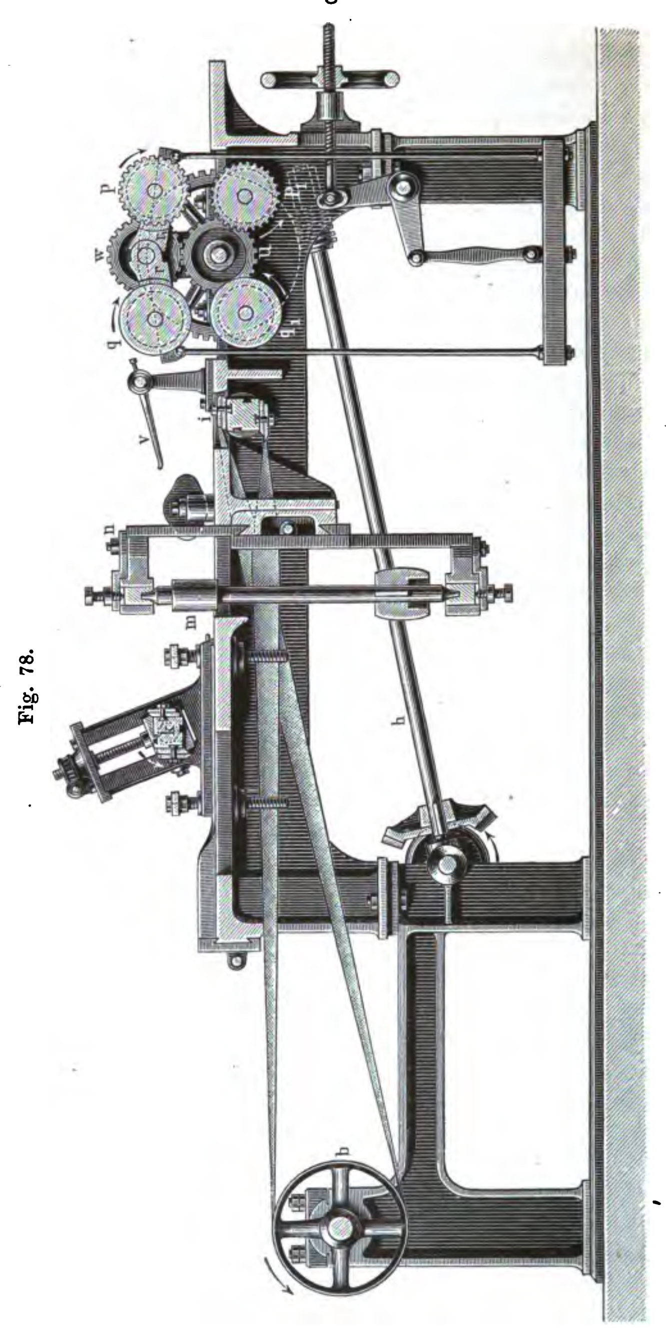


Fig. 78.



Fig. 79.

Je nachdem ein breiteres oder schmaleres Arbeitsstück auf der Langhobelmaschine, und je nachdem eine oder mehrere Seiten desselben gleichzeitig bearbeitet werden sollen, je nachdem hartes oder weiches Holz zur Verarbeitung gelangt, bewegt sich der erforderliche Arbeitsverbrauch zum Betriebe derselben in ziemlich weiten Grenzen. Für mittelgrosse Maschinen, wie sie vorzugsweise in Tischlereien benutzt werden, wird man eine Betriebskraft von 4 bis 6 Pferdestärken zu veranschlagen haben. Beispielsweise fand Hartig bei einer Langhobelmaschine mit einer Spindel für 425 mm breite Arbeitsstücke mit 2340 Umdrehungen per Minute, 184 mm Durchmesser der Messerwalze von Schneide zu Schneide gemessen, also 22,5 m Schnittgeschwindigkeit per Secunde, Vorschub 4,2 m per Minute, 273 mm Breite des Arbeitsstückes einen Arbeitsverbrauch im Leergange von 1,27 Pferdestärken und einen totalen Arbeitsverbrauch bei Bearbeitung von Fichtenholz von 4,70 Pferdestärken, während die Menge des stündlich abgespanten Holzes 0,72 cbm betrug; bei einer anderen Maschine mit zwei Spindeln, welche bei 19 m Schnittgeschwindigkeit stündlich 1,08 cbm Fichtenholz zerspante, einen Arbeitsverbrauch im Leergange von 0,75 Pferdestärken im Arbeitsgange von 5,08 Pferdestärken.

In den Figuren 78 und 79 (a. v. S.) ist in $^1/_{20}$ der wirklichen Grösse zunächst eine vierseitige Langhobelmaschine etwas älterer Construction, wie sie noch in zahlreichen Werkstätten gefunden wird, abgebildet, welche geeignet sein dürfte, die Anordnung der einzelnen Theile einer solchen Maschine zur Anschauung zu bringen [1]). Der Antrieb erfolgt von der Deckentransmission aus auf die beiden Riemenscheiben *aa* (Fig. 79), deren eine als Losscheibe zum Ausrücken der Bewegung dient. Von der Welle dieser Riemenscheiben aus werden die sämmtlichen Bewegungen der Maschine durch verschiedene einzelne Riemen abgeleitet. Da die Maschine vierseitig hobeln soll, sind zwei horizontale und zwei senkrechte Messerwellen angeordnet. Die ersteren sind mit *i* und *k*, die beiden letzteren mit *l* und *m* bezeichnet. Sie sind aus Stahl gefertigt und zur Befestigung der Messer in der Mitte zu einem vierseitigen Prisma mit Längsnuthen ausgeschmiedet, in welche die Köpfe der zum Festspannen der Messer dienenden Schraubenbolzen eingestellt werden. Unter jedem Messer (deren hier zwei an jeder Welle befestigt sind) liegt, etwas hinter die Schneide zurückspringend, eine Platte, um ein rasches Abbrechen des Spanes zu befördern (vergl. S. 115). An beiden Enden ruhen die Wellen mit gedrehten Zapfen in Lagern, deren Pfannen in neuerer Zeit vielfach aus Phosphorbronze gefertigt werden. Um jedoch die Entfernung der oberen und unteren Messerwelle gemäss der verschiedenen Stärke der zur Bearbeitung gelangenden Holzstücke reguliren zu können, sind die Lager der oberen Welle, wie in Fig. 78 erkennbar, verschiebbar in schräg stehenden Coulissen; für die Einstellung in der richtigen Höhe

[1]) Aus Hart, Werkzeugmaschinen, 2. Auflage, Tafel 68.

dient ein Schraubenapparat, dessen Einrichtung aus der Abbildung erkennbar sein wird. Die untere Messerwelle *i* erhält ihre Bewegung durch einen gekreuzten Riemen von der Riemenscheibe *b* aus, die obere Messerwelle *k* durch einen offenen Riemen (da beide naturgemäss sich in entgegengesetzter Richtung drehen müssen) von der Riemenscheibe *c* aus. Der Durchmesser von *c* ist etwas grösser als der von *b* und demnach auch die Geschwindigkeit der oberen Messer in gleichem Maasse beträchtlicher als die der unteren.

Von den beiden senkrechten Messerwellen befindet sich die eine *l* in feststehenden Lagern, die Lager der zweiten Welle *m* dagegen sind wieder in Rücksicht auf die verschiedene Breite der Arbeitsstücke in einem Schlitten *n* angebracht, der auf einer horizontalen prismatischen Führungsleiste verschiebbar ist. Eine Schraubenspindel, welche durch eine im Schlitten befestigte Schraubenmutter hindurchgeht und von dem Handrade *o* aus gedreht wird, bewirkt bei ihrer Drehung die Verschiebung des Schlittens sammt der Messerwelle. Die Bewegung der beiden senkrechten Messerwellen wird durch zwei halbgekreuzte Riemen und zwar wieder in entgegengesetzter Richtung von den Riemenscheiben *d* und *e* aus bewirkt. Damit in jeder Stellung der Welle *m* der Riemen in Angriff bleibe, besitzt die Riemenscheibe *d* eine entsprechende Breite; die Umdrehungszahl der beiden senkrechten Messerwellen ist gleich derjenigen der unteren horizontalen Messerwelle *i*.

Der Vorschub des Holzes wird durch ein Paar geriffelte Walzen *pp* und ein Paar glatte Walzen *qq* bewirkt. Von diesen liegen die beiden unteren in festen Lagern, während die Lager der beiden oberen in zwei um eine gemeinschaftliche Mittelachse drehbaren Bügeln oder Hebelarmen *rr* angeordnet sind. An diesen Armen hängt mit vier schmiedeeisernen Stangen (Fig. 78) ein viereckiges Brett zur Aufnahme von Gewichtsstücken, welche dazu bestimmt sind, die beiden Oberwalzen mit der nöthigen Pressung gegen das Holz zu drücken. Zum Anheben der Oberwalzen vor dem Einbringen des Holzes und zur Vermeidung eines allzu heftigen Niederfallens derselben nach erfolgtem Durchgange ist das Brett ausserdem an der in Fig. 78 sichtbaren Zugstange mit Hebelwerk und Schraubenspindel befestigt, und durch Drehung des Handrades wird es in leicht erkennbarer Weise in erforderlicher Höhe eingestellt.

Die Bewegung der vier Walzen wird von der auf der Antriebswelle sitzenden Stufenscheibe *f* aus abgeleitet. In Fig. 79 ist ersichtlich, wie von hier aus die Bewegung zunächst auf die zweite Stufenscheibe *g*, dann durch zwei Winkelräder auf die auch in Fig. 78 sichtbare Welle *h* und von dieser auf ein Schneckengetriebe fortgepflanzt wird, auf dessen Welle sich zugleich das in Fig. 78 sichtbare Getriebe *u* befindet. Dieses Getriebe greift nun unmittelbar in die Stirnräder ein, welche auf den Wellen der unteren Walzen befindlich sind; die Stirnräder der beiden oberen beweglichen Walzen dagegen werden erst durch Vermittelung eines Zwischenrades *w* angetrieben, welches sich auf der erwähnten

gemeinschaftlichen Mittelachse befindet, um welche sich die Lagerbügel der Oberwalzen drehen, so dass jenes Rad *w* in jeder Stellung der letzteren im Eingriffe mit den Getrieben w_1 und w_2 derselben bleibt.

Das zu bearbeitende Holz wird selbstverständlich von der rechten Seite der Maschine her zunächst zwischen die Walzen und dann von diesen unter steter Fortbewegung nach links bei den verschiedenen Messerwellen vorbeigeführt. Damit dasselbe unter der Einwirkung der Messer nicht vibrire, ist zunächst in der Nähe der ersten Messerwelle ein Hebelarm *v* auf einer horizontalen Welle angeordnet, welcher mit Hülfe eines zweiten auf derselben Welle sitzenden Hebelarmes *x* nebst Schraube (Fig. 79) auf das Holz niedergedrückt wird. Zwei andere, in Scharnieren drehbare und an der Unterseite mit Holzleisten gefütterte Hebel *s* und *t* zu beiden Seiten der oberen Messerwelle legen sich zu demselben Zwecke flach auf das hindurchgehende Holzstück und werden durch Gewichte niedergedrückt. Zur Geradführung des Holzes endlich befindet sich auf der einen Seite desselben ein Röllchen *y* an dem Schlitten für die verstellbare Messerwelle *m* und mit dieser verschiebbar, sowie eine verstellbare Führungsleiste *z*; gegenüber die auf dem Tische festsitzende Führungsleiste z_1.

Eine neuere, ebenfalls vierseitige Hobelmaschine englischer Construction (aus der Fabrik von Powis James Western & Comp. in London), zur Herstellung profilirter Leisten geeignet (Kehl- oder Simshobelmaschine), ist in Fig. 80 und 81 (a. S. 134 u. 135) dargestellt. Da dieselbe dem erwähnten Zwecke entsprechend nicht für sehr breite Hölzer bestimmt ist, sind die Messer und demnach auch die Zuführungswalzen auf der einen Seite der Maschine, die Bewegungsmechanismen auf der entgegengesetzten Seite angeordnet. Hierdurch wird sowohl die Arbeit beim Hobeln als auch das Schärfen der Messer erleichtert. Die oberen Zuführungswalzen *ww* sind, wie die Abbildung zeigt, geriffelt und zum Auswechseln eingerichtet, um nach Bedürfniss durch konische Walzen ersetzt zu werden; eine Einrichtung, welche bei Anfertigung von Gesimsen u. dergl. zweckmässig sein kann. *a* ist die obere, *b* die untere Messerwalze, *c* und *d* sind die beiden seitlichen Messerwalzen. Von diesen ist *a*, deren Lager, wie sich in Fig. 80 erkennen lässt, innerhalb schräg stehender Coulissen beweglich sind und durch Handrad mit Schraubenspindel verstellt werden, gemäss der Dicke des Arbeitsstückes in der Höhenrichtung verstellbar, während *c* sammt ihrem Lager gemäss der Breite des Arbeitsstückes mit Hülfe des Handrädchens *e* und der Schraubenspindel in Prismenführungen horizontal verschoben werden kann. Um jedoch mit den beiden aufrecht stehenden Messerwellen nicht allein genau senkrechte, sondern unter Umständen auch schräg stehende Flächen bearbeiten zu können, sind die Lager derselben auf je einer Scheibe *f*, Fig. 80, aufgegossen, welche auf der dahinter liegenden Platte um ein gewisses Maass drehbar ist und mit Hülfe einer Schraube, deren Kopf in

einer bogenförmigen Nuth der Platte gleitet, in beliebiger Stellung eingestellt werden kann. Die Art des Antriebes der vier Messerwellen entspricht ziemlich genau derjenigen der früher beschriebenen Hobelmaschine und wird ohne weitere Erläuterungen verständlich sein. Einige Abweichungen dagegen zeigt der Antrieb der Zuführungswalzen. Von der kleinen Riemenscheibe *g* aus wird, wie sich aus Fig. 81 deutlich ergiebt, die Bewegung durch eine grössere Riemenscheibe nnd ein Paar Winkelräder auf die horizontale Welle *h* fortgepflanzt. Diese trägt an dem linken Ende eine mit einem geeigneten Materiale überzogene Frictionsrolle, welche gegen die Frictionsscheibe *i* drückt, und diese in Umlauf setzt. Die erst erwähnte Frictionswelle aber ist mit Nuth und Feder auf der Welle *h* verschiebbar gemacht und die Verstellung derselben lässt sich auch während des Ganges der Maschine ohne Schwierigkeit durch Drehung des an der linken Seite der Maschine befindlichen Handrädchens bewirken, wie es in Fig. 81 unschwer zu erkennen sein wird. Je nachdem also der Angriff der Rolle näher oder entfernter vom Mittelpunkte der Frictionsscheibe erfolgt, wird auch die Umdrehungszahl der letzteren grösser oder kleiner ausfallen. Auf der Welle der Frictionsscheibe sitzt das kleine Getriebe *k* im Eingriffe mit dem grösseren *l*; von hier erhalten die in der Abbildung nicht sichtbaren Unterwalzen vermittelst der Getriebe *m*, *n* und eines zwischen denselben eingeschalteten Stirnrades ihre Drehung. Letzteres steht ausserdem im Eingriffe mit dem darüber liegenden Rade *o*, auf dessen Welle das Rad *p* befindlich ist, welches die auf den Wellen der beiden Oberwalzen *ww* sitzenden Räder *q* und *r* treibt. Die Welle der beiden Räder *o* und *p* aber bildet zugleich die Drehungsachse für die beiden Bügel *s* und *t*, in welchen sich die Lager der Oberwalzen nebst ihrer Getriebe befinden; solcherart ist durch Drehung der Bügel eine Höhenverstellung der Walzen möglich, ohne dass *p* ausser Eingriff mit *r* und *q* zu kommen braucht. Zur Hervorbringung des für den Vorschub erforderlichen Druckes der Oberwalzen sind jene Bügel von zwei Stangen erfasst (die Angriffspunkte derselben an dem Bügel sind in Fig. 81 neben den Walzen erkennbar), welche das Querhaupt *u* (Fig. 80) tragen; letzteres aber wird durch den Hebel mit Gewichtsbelastung *v* nach unten gedrückt. Ein Handrad an einer senkrecht unter dem Tische angeordneten Schraubenspindel dient zum Anheben des Mechanismus und zur Verhinderung eines heftigen Niederfallens der Walzen nach beendigtem Durchgange des Holzes. Zur Verhütung von Vibrationen des Holzes werden durch die Gewichtshebel *x*, *y* und *z* in der Nähe der einzelnen Messerwalzen glatte Holzstücke gegen die Oberfläche desselben gedrückt. Endlich dient zur Geradführung des Holzes die auf dem Tische befindliche, in Fig. 81 sichtbare Leiste, gegen welche das Holz gedrückt wird.

Langhobelmaschinen mit beweglichem Tische haben den schon früher erwähnten Nachtheil, dass die Länge des zu bearbeitenden Holzes ab-

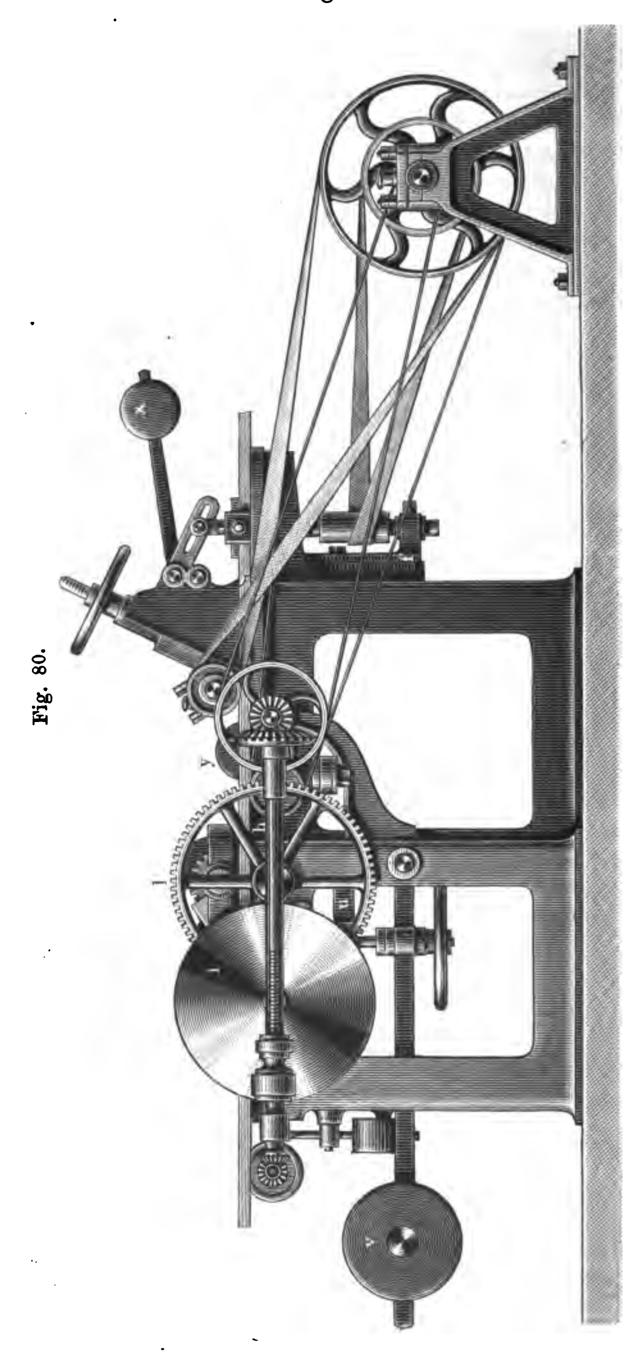


Fig. 80.

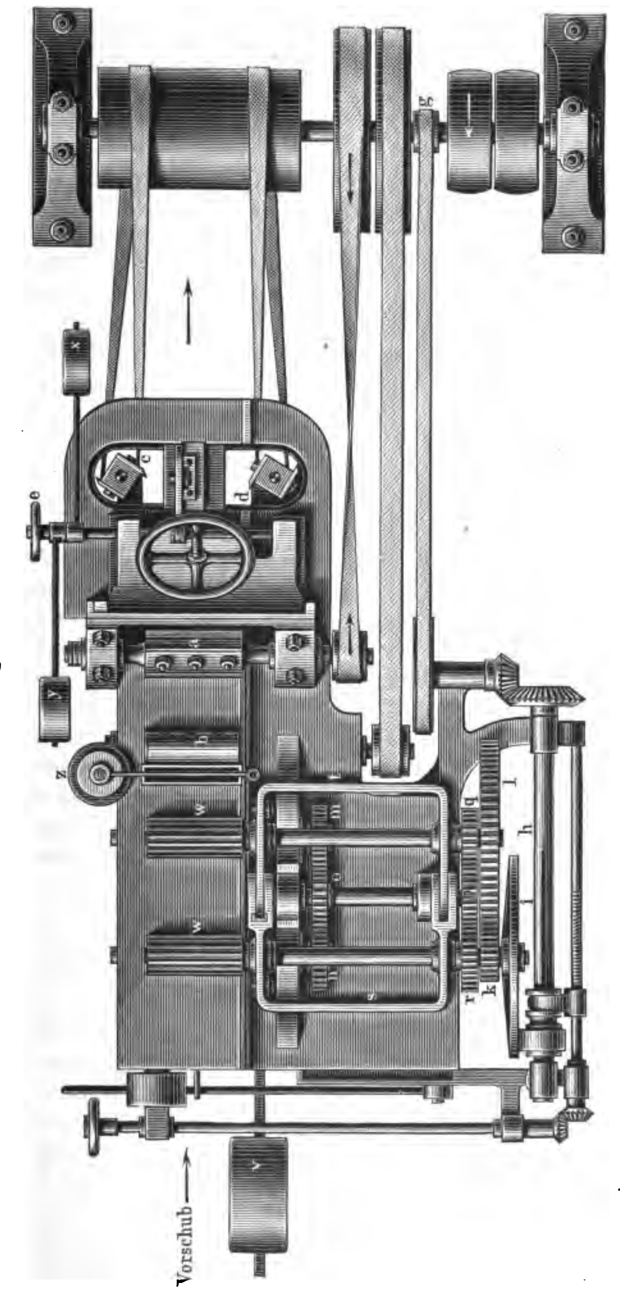


Fig. 81.

hängig ist von der Länge des Tisches, so dass eine derartige Maschine für lange Hölzer nicht nur einen beträchtlichen Flächenraum zur Aufstellung beansprucht, sondern auch kostspieliger ausfällt, als eine solche mit Walzenvorschub. Sie sind dagegen unentbehrlich für sehr genaue Arbeit und zur Bearbeitung sehr schwerer Hölzer. Eine besondere Art dieser Maschine benutzt man mitunter in Bautischlereien, um eine grössere Anzahl Dielen mit einem Male zu „fügen", d. h. an den langen Kanten, wo sie an einander stossen, glatt zu hobeln. Eine solche „Fügemaschine" besitzt einen beweglichen, auf Rollen laufenden und durch ein Paar geriffelte Walzen, welche auf das zu oberst liegende Brett drücken, selbstthätig vorgeschobenen Tisch von der Breite der zu behobelnden Dielen, auf welchem diese dicht über einander aufgelegt und festgespannt werden; eine Messerwelle mit senkrechter Achse bearbeitet dann während des Durchganges die Kanten sämmtlicher Dielen in verticaler Ebene.

8. Raspeln.

Die Raspel, deren äussere Form bekannt sein dürfte, ist ein Werkzeug aus gehärtetem Stahle von rechteckigem, kreissegmentförmigem oder kreisrundem Querschnitte, an den Aussenflächen mit Zähnchen besetzt, welche bei der Fortbewegung der Raspel über eine Holzfläche Späne von der letzteren abnehmen. Die Herstellung jener Zähnchen wird bewirkt, indem man, bevor die Raspel gehärtet ist, mit einem entsprechend geformten Meissel, welcher unter bestimmtem Winkel gegen die Oberfläche eingesetzt wird, durch Einschlagen kleiner Grübchen spitzige Erhöhungen vor denselben aufwirft, welche eben die Zähnchen bilden. Wollte man nun die Zähne bei der Anfertigung der Raspel derartig gruppiren, dass sie in Reihen parallel der Achsen- oder Bewegungsrichtung derselben hinter einander ständen, so würde jeder nachfolgende Zahn — wie bei einer Säge — in der Furche gleiten, welche der vorausgegangene bereits gerissen hat; er würde, da ein weiteres Eindringen durch die geringe Höhe des Zahnes beschränkt ist, wirkungslos bleiben und die Oberfläche des Arbeitsstückes würde mit Parallelfurchen in dem Abstande der Zahnreihen von einander bedeckt erscheinen. Deshalb ist es nothwendig, jeden folgenden Zahn um ein geringes Maass gegen den vorausgegangenen zu versetzen; jeder einzelne zieht dann eine besondere Furche und je näher und gleichmässiger diese Furchen bei einander liegen, desto vollkommener fällt die Bearbeitung der Oberfläche aus. Man erreicht diesen Zweck, indem man die Zähne in den Durchschnittspunkten zweier sich kreuzenden Reihen von Parallellinien anordnet, welche unter verschiedenen Winkeln gegen die Mittellinie der Raspel gestellt sind (wie es auch bei Anfertigung der Feilen geschieht). Diejenige Reihe der Linien, welche, wenn man die Raspel quer vor sich

hinlegt, von unten links nach oben rechts geneigt ist, beschreibt Winkel von etwa 45 Grad, die andere Reihe, welche von unten rechts nach oben links geneigt ist, beschreibt Winkel von etwa 55 Grad gegen die Mittellinie; doch findet man, je nachdem die Zähne dichter oder weniger dicht stehen, nicht unerhebliche Abweichungen, auch nicht selten curvenförmige statt gerader Linien.

Je mehr Raspelzähnchen auf einer bestimmten Fläche vorhanden sind, desto sauberer, glatter wird den obigen Erörterungen zufolge die bearbeitete Fläche erscheinen; daher unterscheidet man feinere und gröbere Raspeln. Die Anzahl der Zähnchen zeigt ziemlich beträchtliche Unterschiede und schwankt zwischen 6 bis 160 per Quadratcentimeter, pflegt aber bei den meisten Raspeln nicht weniger als 12 und nicht mehr als 60 zu betragen. Je näher die Zähnchen bei einander stehen, desto leichter tritt eine Verstopfung der Zwischenräume durch Holzspänchen ein; aus diesem Grunde sind auch Feilen, wie sie der Metallarbeiter gebraucht, nur in seltenen Ausnahmefällen für Holzarbeiter brauchbar.

Die Länge der Raspeln schwankt zwischen 80 bis 400 mm.

Der äusseren Form nach unterscheidet man im Wesentlichen folgende Arten von Raspeln:

1. *Flache Raspeln.* Der Querschnitt ist flach rechteckig, die Raspeln nach dem vorderen Ende gewöhnlich spitz zulaufend. Auf den beiden Breitseiten sind die Raspelzähne angeordnet, die schmalen Seiten dagegen sind entweder glatt oder mit parallelen Einschnitten (Feilenhieb) versehen. Ist nur die eine schmale Seite in dieser Weise feilenartig aufgehauen, die andere dagegen glatt, so heisst das Werkzeug Ansatzraspel.

2. *Halbrunde Raspeln.* Querschnitt kreissegmentförmig, Form spitzig. Auf beiden Seiten sind Raspelzähne eingehauen, die Kanten aber sind ausserdem mit Einschnitten versehen, welche die Raspel auch zur Herstellung schmaler Furchen u. dergl. geeignet machen.

3. *Vierkantige Raspeln* mit quadratischem Querschnitte, spitziger Form, an den Kanten wie die halbrunden Raspeln verzahnt.

4. *Dreikantige Raspeln* mit gleichseitig dreieckigem Querschnitte, übrigens wie die vierkantigen geformt.

5. *Runde Raspeln* mit kreisförmigem Querschnitte, spitzig.

Von den vorstehenden Raspeln sind die unter 1 und 2 genannten die üblichen, die übrigen seltener in Anwendung. Ausserdem sind zu erwähnen: *Messerraspeln* mit keilförmigem Querschnitte; *Vogelzungenraspeln* von der Form zweier mit den flachen Seiten auf einander gelegter halbrunder Raspeln; *Riffelraspeln* von gebogener oder gekröpfter Form.

Die Raspel hat bei Verarbeitung des Holzes einen ähnlichen Zweck als die Feile des Metallarbeiters, d. h. sie wird zum Glätten und Nacharbeiten von Oberflächen, Einarbeiten von rinnenartigen Vertiefungen u. s. w. überall da benutzt, wo die Formveränderung nicht so erheblich ist, dass gröbere Werkzeuge zur Anwendung gelangen könnten; aber ihre Wich-

tigkeit ist erheblich geringer als diejenige der Feile. Denn während die letztere mit Vorliebe auch zur Bearbeitung ebener Flächen auf Metallarbeiten benutzt wird, erfüllt bei Holzarbeiten der Hobel weit rascher und vollkommener diesen Zweck. Die Anwendung der Raspel ist aus diesem Grunde auf die Herstellung und Nacharbeitung unregelmässiger Formen beschränkt, wie sie in den Werkstätten der Drechsler, Bildhauer, Wagner, Büchsenschäfter u. a. allerdings nicht selten vorkommen.

9. Die Drehbank.

Unter dem Ausdrucke Drehen versteht man eine Arbeit, bei welcher das Arbeitsstück die Hauptbewegung durch Drehung um eine horizontale Achse ausführt, während das Werkzeug — der Drehstahl oder Meissel — die ununterbrochen stattfindende Schaltbewegung, in den meisten Fällen gleichfalls in horizontaler Ebene, erhält. Zur Unterstützung des Arbeitsstückes und Werkzeuges sowie zur Bewegungsübertragung hierbei dient die Drehbank.

Wird jene Schaltbewegung in einer geraden Linie parallel der Achse des Arbeitsstückes ausgeführt, so erfolgt durch die Bearbeitung offenbar ein Cylinder, dessen Halbmesser gleich dem Abstande zwischen Drehungsachse und Schneidkante ist; bewegt sich das Werkzeug nach einer schräg gegen die Achse gerichteten geraden Linie, so entsteht ein Kegel; geschieht die Bewegung nach einer beliebig gekrümmten oder gebrochenen Linie, so erfolgt ein Rotationskörper, dessen Profil durch jene Linie bestimmt ist. In allen diesen Fällen besitzen die erfolgenden Arbeitsstücke an jeder beliebigen Stelle kreisförmige Querschnitte und die Arbeit heisst Runddrehen.

Geschieht die Fortbewegung des Werkzeuges zwar in derselben soeben geschilderten Weise, aber innerhalb eines hohlen Arbeitsstückes, so dass die Innen- und nicht Aussenseite desselben bearbeitet wird, so nennt man die Arbeit Ausdrehen.

Wird aber das Werkzeug nach einer geraden, rechtwinklig gegen die Achse gerichteten Linie vorwärts bewegt, so entsteht eine ebene, normal zur Achse stehende Fläche, und die Arbeit heisst Plandrehen.

Endlich ist der Fall denkbar, dass der Abstand zwischen Drehungsachse und Werkzeug während eines einmaligen Umlaufes periodisch ab- und zunimmt, während das Werkzeug langsam in der Längsrichtung fortschreitet; es entstehen dann Körper, deren Querschnitte nicht mehr kreisförmig sind, und man nennt die Arbeit Passigdrehen. Wird z. B. während eines Umlaufes die Drehungsachse zweimal um das gleiche Maass von ihm entfernt, so beschreibt die Schneide eine Ellipse um die Drehungsachse, und bei dem Vorschube des Werkzeuges entsteht ein Körper mit elliptischen Querschnitten (Ovaldrehen).

Längere Gegenstände, welche rund gedreht werden sollen, spannt man gewöhnlich zwischen zwei Stahlspitzen ein, die in kleine vorher eingeschlagene oder eingebohrte Grübchen in den Mittelpunkten der Endflächen des Arbeitsstückes eingreifen, so dass die Verbindungslinie zwischen beiden Spitzen die mathematische Drehungsachse des Arbeitsstückes bildet. Eine solche zum Runddrehen zwischen Spitzen bestimmte Drehbank heisst Spitzendrehbank.

Zum Plandrehen dagegen sowie zum Runddrehen solcher Gegenstände, deren Abmessung in der Achsenrichtung (Länge) gering im Verhältnisse zum Durchmesser ist, wird das Arbeitsstück auf einer Scheibe befestigt, welche sich in einer normal gegen die Drehbanksachse gerichteten Ebene dreht. Diese Scheibe heisst Planscheibe und eine ausschliesslich zum Plandrehen bestimmte Drehbank Plandrehbank.

Häufig jedoch sind die Drehbänke mit Vorrichtungen sowohl zum Rund- als Plandrehen versehen und werden dann wohl als combinirte Drehbänke oder Spitzendrehbänke mit Planscheibe bezeichnet.

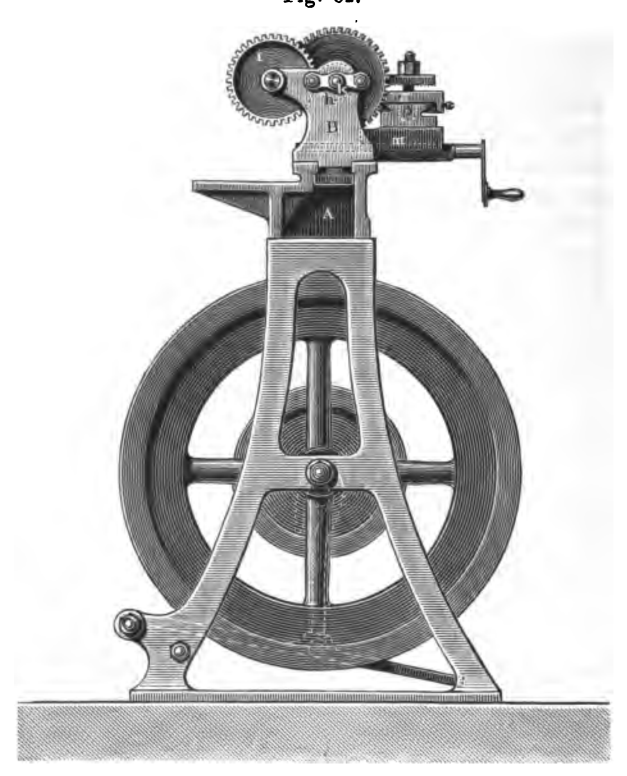
Alle zum Drehen von Metallen bestimmten Drehbänke lassen sich auch zum Drehen von Holz benutzen; während jedoch die ersteren in Rücksicht auf die erforderliche grosse Genauigkeit der Arbeit ausschliesslich aus Metall gefertigt zu sein pflegen, findet man bei den lediglich für den letzteren Zweck bestimmten Bänken häufig einzelne Theile aus Holz gefertigt, da das Quellen und Schwinden der Holzwaaren ohnehin eine bleibende Genauigkeit in den durch Drehen erhaltenen Abmessungen unmöglich macht. Auch pflegen viele durch Elementarkraft betriebene Holzdrehbänke für bedeutend grössere Umfangsgeschwindigkeiten eingerichtet zu sein als die für Metalldreherei verwendeten Bänke.

Die Anordnung der einzelnen Theile einer Drehbank wird sich am besten mit Hülfe der in Fig. 82 und 83 (a. f. S.) gegebenen Abbildungen einer gewöhnlichen Spitzendrehbank erläutern lassen.

Die verschiedenen Drehbankstheile werden durch das Gestell oder Bett A getragen, welches aus zwei horizontalen, häufig aus hartem Holze gefertigten und unter einander verbundenen Wangen zu bestehen pflegt und auf Füssen oder einem gemauerten Untersatze ruht. An der linken Seite des Drehbankbettes befindet sich der Betriebsmechanismus, bestehend in einer kurzen horizontalen Welle f mit Riemen- oder Schnurscheibe, der Drehbanksspindel. Dieselbe ruht mit den beiden Enden in zwei durch einen gemeinschaftlichen Fuss mit einander zu einem Ganzen verbundenen Lagern, der Spindeldocke oder dem Spindelstocke B, auf dem Bette festgeschraubt. Das rechte Ende der Drehbanksspindel ragt um einige Centimeter aus seinem Lager heraus und trägt entweder (wie in der Abbildung) einen aufgeschraubten Arm (den Mitnehmer) zur Bewegungsübertragung beim Spitzendrehen oder, wenn die Bank zum Plandrehen benutzt werden soll, die aufgeschraubte Planscheibe; anderentheils aber auch, genau centrisch zur Drehungsachse,

einen eingeschraubten Stahlkegel (die Spitze) zum Festlegen des Arbeitsstückes beim Runddrehen wie oben erwähnt. Der Spindeldocke

Fig. 82.

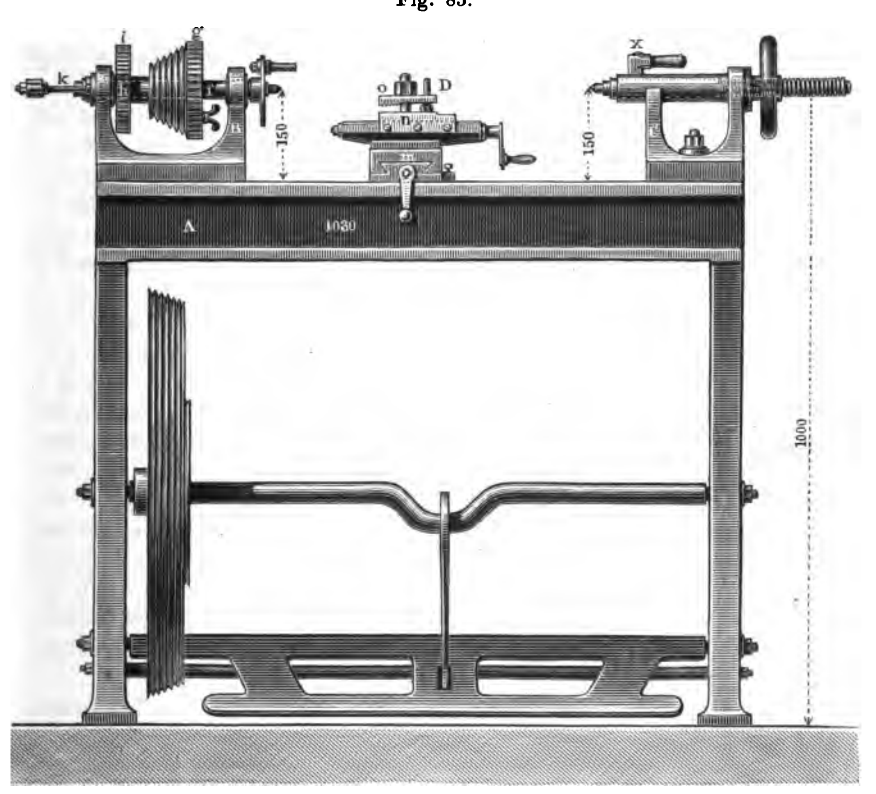


gegenüber am rechten Ende der Bank befindet sich bei den Spitzendrehbänken die Spitzdocke oder der Reitstock *C*, verstellbar befestigt und ein horizontales, durch Schraube und Mutter in der Achsenrichtung verschiebbares Stäbchen, den Reitnagel tragend, welcher an der linken Seite ebenfalls mit konischer Stahlspitze versehen ist. Durch die Klemmschraube *x* wird der Reitnagel festgehalten, nachdem das Arbeitsstück zwischen den Spitzen eingespannt ist. Beide Spitzen müssen in genau gleicher Höhe über der Oberkante des Drehbankbettes sich befinden, und von dieser Spitzenhöhe ist natürlicherweise der Durchmesser der auf der Drehbank zu drehenden Arbeitsstücke abhängig. Der Reitstock bleibt unbenutzt, wenn die Drehbank zum Plandrehen benutzt werden soll, und kommt bei eigentlichen Plandrehbänken ganz in Wegfall.

Zwischen Spindel- und Reitstock befindet sich als dritter Haupttheil der Drehbank der Werkzeughalter (Support) *D*. An Stelle desselben tritt bei manchen Drehbänken eine sogenannte Auflage, d. h.

eine krückenartig gestaltete Unterstützung für den durch die Hand geführten Stahl, welche, wie auch der Support, an verschiedenen Stellen

Fig. 83.



der Bank mit Hülfe einer Schraube befestigt werden kann. Bei der abgebildeten Drehbank dagegen wird der Werkzeughalter durch einen sogenannten Kreuzsupport gebildet, aus zwei in horizontalen Ebenen, aber sich kreuzenden Richtungen, verschiebbaren Schlitten bestehend. Wie sich leicht erkennen lassen wird, lässt sich das Stück *m* rechtwinklig zur Achse, das Stück *n* dagegen parallel zur Achse mit Hülfe der beiden Schraubenspindeln verschieben.

Bei längeren Drehbänken macht man gewöhnlich den Support, der in der zuletzt beschriebenen Weise eingerichtet ist, ausserdem selbstthätig verschiebbar in der ganzen Länge der Bank, um solcherart lange cylindrische Körper abdrehen zu können, ohne dass das Werkzeug im Supporte seine Lage zu ändern braucht. Eine horizontale, an der Vorderseite der Bank gelagerte lange Schraube, die Leitspindel, geht durch eine an dem Supporte befestigte Schraubenmutter hindurch. Durch Riemen- oder

Zahnradübersetzung erhält sie von der Drehbanksspindel aus ihre Drehung, welche naturgemäss eine stetige Längsverschiebung des Supportes bewirkt (Leitspindeldrehbank)[1].

Die oben abgebildete Drehbank besitzt noch eine Vorrichtung, um für verschieden grosse Durchmesser der Arbeitsstücke verschiedene Umdrehungszahlen der Spindel bei gleich bleibender Geschwindigkeit des Antriebes hervorbringen zu können. Die obere Schnurrolle sitzt zu diesem Ende drehbar auf der Spindel; neben derselben fest auf der Spindel das Stirnrad *g*. Werden beide durch die in Fig. 83 sichtbare Flügelmutter mit einander gekuppelt, so erhält die Spindel ohne Weiteres die nämlichen Umdrehungen als die Schnurrolle. Parallel der Spindel ist jedoch eine zweite Welle angeordnet, auf derselben ein kleines mit *g* im Eingriffe stehendes Getriebe und ein grösseres Stirnrad *i*, welches wiederum mit einem Rädchen *h* Eingriff hat. Dieses letztere ist mit der Schnurrolle fest verbunden (gewöhnlich in einem Stücke gegossen) und macht deshalb alle Drehungen derselben mit. Ist die Schnurrolle mit *g* gekuppelt, so wird die seitliche Welle durch Verschiebung in ihren Lagern ausser Thätigkeit gesetzt; soll dagegen die Spindel mit anderer Geschwindigkeit als die Schnurrolle laufen, so rückt man die seitlichen Getriebe ein und löst die Verbindung zwischen der Schnurrolle und *g*; die Bewegung wird jetzt zunächst durch das Rädchen *h* auf *i* und durch das zweite auf der Seitenwelle befindliche kleine Getriebe auf *g* und die Spindel übertragen. Es findet zweimalige Uebersetzung und somit langsamerer Gang statt. Uebrigens ist diese Einrichtung bei Holzdrehbänken, wo es auf bestimmte Umfangsgeschwindigkeiten der Arbeitsstücke weniger ankommt, seltener als bei Metalldrehbänken in Anwendung[2].

Die Bewegungsübertragung auf das zum Runddrehen bestimmte Arbeitsstück geschieht entweder mit Hülfe des schon erwähnten Armes (Mitnehmers), welcher, hinter einen Vorsprung des Arbeitsstückes greifend, auch dieses in Drehung versetzt; oder mit Hülfe eines Dreizacks, d. h. eines auf die Spindel aufgeschraubten Kopfes mit der erwähnten Drehbanksspitze im Mittelpunkte und zwei seitlichen Zacken, welche in die Stirnfläche des Arbeitsstückes eingedrückt werden; oder mit Hülfe eines sogenannten Futters, d. h. eines Hohlkörpers, welcher ebenfalls auf die Spindel aufgeschraubt und in welchen das Ende des Arbeitsstückes hineingesteckt wird; oder in ähnlicher Weise.

Auf der Planscheibe pflegt man die Arbeitsstücke mit Hülfe von Haken mit Schrauben, die durch Schlitze oder Löcher der Scheibe hindurchgehen, zu befestigen.

---

[1]) In der unten gegebenen Abbildung Fig. 94 ist die Anordnung einer solchen Leitspindel, welche dort mit *c* bezeichnet ist, erkennbar.

[2]) Näheres über die Einrichtung von Drehbänken (auch von Plandrehbänken) findet der Leser in des Verfassers: Die Verarbeitung der Metalle auf mechanischem Wege, S. 638 ff.

Die Drehstähle haben ziemlich breite Schneiden, welche unter einem Winkel von 20 bis 30 Graden angeschliffen zu werden pflegen. Obwohl die Formen derselben ziemlich mannigfaltig sind, lassen sie sich doch im Wesentlichen in zwei grosse Gruppen eintheilen. Bei der einen Gruppe (Röhre, Hohlmeissel oder Schrotmeissel) hat der Stahl röhrenartige Form, ähnlich dem früher besprochenen Hohleisen der Zimmerleute und Tischler, mit halbkreisförmigem Querschnitte; die Schneidkante tritt mit einer Krümmung nach der Mitte zu stark vor und erhält solcherart eine halbelliptische Form, welche sie befähigt, tief einzudringen und (beim Schroppen) grobe Späne zu nehmen. Bei den deutschen Hohlmeisseln pflegen die Schneiden von innen, bei den englischen von aussen angeschliffen zu sein. Die Breite dieser Werkzeuge schwankt zwischen 5 bis 35 mm. Die Drehstähle der zweiten Gruppe (Drehmeissel oder Schlichtmeissel) sind flach mit geradliniger oder schwach gekrümmter Schneidkante, welche schräg gegen die Achse gerichtet und von beiden Seiten her schlank zugeschärft ist. Ihre Breite schwankt zwischen 5 bis 50 mm; sie werden vorwiegend zur Vollendung der Arbeit durch Abnahme feiner Spänchen (Schlichten) nach vorausgegangenem Drehen mit dem Hohlmeissel benutzt. Ausser diesen beiden Hauptgattungen von Drehstählen unterscheidet man den Ausdrehstahl mit seitwärts stehender Schneide zum Ausdrehen hohler Körper; den Spitzstahl mit zwei schrägen, zu einer Spitze zusammenlaufenden Schneiden; den Schlichtstahl, ähnlich dem Schlichtmeissel geformt, aber mit einer rechtwinklig gegen die Achse gerichteten Schneide von höchstens 25 mm Breite u. a. m.

Die zum Betriebe einer Drehbank erforderliche Arbeit wird entweder, wo Elementarkraft vorhanden ist, durch diese verrichtet und von einer Transmissionswelle aus durch Riemenübertragung auf die Drehbanksspindel fortgepflanzt; sehr häufig auch dient menschliche Arbeit diesem Zwecke vermittelst eines Fusstrittes mit Kurbel und Schubstange (wie bei der oben abgebildeten Drehbank), oder seltener vermittelst Handkurbel und Schwungrad. Wie schon erwähnt wurde, ist die Umfangsgeschwindigkeit beim Holzdrehen in verschiedenen Fällen erheblich abweichend und häufig lediglich von der vorhandenen Betriebskraft abhängig. Man findet daher Umfangsgeschwindigkeiten der gedrehten Arbeitsstücke von 200 mm bis 13 m und darüber per Secunde. Der Vorschub per Umdrehung pflegt 1 bis $1^1/_4$ mm zu betragen. Von jener verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeit ist selbstverständlich die Leistung und der Arbeitsverbrauch abhängig. Beispielsweise fand Hartig an einer zum Plandrehen eingerichteten Drehbank mit 800 mm grosser Planscheibe beim Abdrehen von Fichtenholz mit 999 mm Durchmesser, 12,3 m Schnittgeschwindigkeit, 2,6 mm Schnittbreite, 0,62 mm Schnittstärke und einem Volumen des per Stunde zerspanten Holzes = 0,044 cbm, einen Arbeitsverbrauch im Leergange von 0,64 Pferdestärken, im Arbeitsgange von 0,94 Pferdestärken. Wenn

N_0 den Arbeitsverbrauch im Leergange
N_1 „ „ „ Arbeitsgange
u die Umdrehungszahl der Spindel per Minute
v das Volumen des per Stunde zerspanten Holzes in Kubikmetern
bedeutet, so soll man jenen Ermittelungen zufolge den für eine Drehbank erforderlichen Arbeitsverbrauch beim Abdrehen von Fichtenholz mit einem Spanquerschnitte von durchschnittlich 0,88 qmm nach der Formel veranschlagen:

$$N_1 = N_0 + 10{,}6\,v \text{ Pferdestärken; und}$$
$$N_0 = 0{,}05 + 0{,}0023\,u \text{ Pferdestärken.}$$

Für Drehbänke, welche besonderen Zwecken gewidmet sind, können sich Ergänzungen zu den beschriebenen einzelnen Theilen oder Abänderungen in der Einrichtung derselben nothwendig machen. Zum Ovaldrehen (S. 138), welches allerdings bei Holzarbeiten nicht gerade häufig in Anwendung kommt, wird auf dem Spindelkopfe ein sogenanntes Ovalwerk befestigt, bestehend in einem Schieber, auf dem das Arbeitsstück befestigt wird und welcher während eines Umlaufes der Drehbanksspindel sich gleichmässig um ein regulirbares Maass einmal nach der einen und einmal nach der anderen Seite der Drehbanksachse verschiebt, somit die Achse des Arbeitsstückes dem Stahle abwechselnd nähernd und von demselben entfernend [1]).

Im weiteren Verfolge des Principes des Ovalwerkes, d. h. der Verschiebung des Arbeitsstückes nach einem bestimmten Verhältnisse während der Drehung, kann man dahin gelangen, Körper der verschiedensten Querschnitte auf der Drehbank darzustellen (Universaldrehbank von Koch u. Müller, abgebildet und beschrieben in des Verfassers Verarbeitung der Metalle, S. 655).

Nicht selten ist der andere Fall, dass eine Anzahl gleicher Körper mit kreisförmigen Querschnitten, aber gegliedertem Profile (Treppendocken, Geländerstäbe, Säulen u. a. m.) durch Drehen hergestellt werden soll. Man versieht in diesem Falle die Drehbank mit einem sogenannten Curvensupporte. Der untere Theil desselben gleitet wie gewöhnlich auf dem Drehbanksbette parallel der Drehbanksachse und erhält durch eine Leitspindel einen selbstthätigen Vorschub; das obere den Drehbanksstahl tragende Stück des Supports ist auf dem unteren rechtwinklig gegen die Drehbanksachse verschiebbar und wird durch einen Hebel mit Gegengewicht gegen eine auf dem Drehbanksbette aufgeschraubte, aus Holz oder Metall gefertigte Leiste — Schablone — gedrückt, deren Kante das Profil des herzustellenden Gegenstandes darstellt. Während nun der ganze Support in der Achsenrichtung der Drehbank vorgeschoben wird, ist durch jene Einrichtung zugleich der Stahl gezwungen, den Gliederungen der Schablone gemäss sich vor- und rückwärts zu bewegen und

[1]) Abbildung eines Ovalwerkes vergl. Verarbeitung der Metalle, S. 654.

somit einen Rotationskörper von dem vorgeschriebenen Profile auszuarbeiten [1]).

Auf noch einfachere Weise erreicht man mitunter denselben Zweck, indem man ein Werkzeug fertigt, dessen Schneide entsprechend dem Profile des herzustellenden Körpers geformt ist (mithin die ganze Länge desselben zur Breite hat) und nun dasselbe allmälig gegen die Drehungsachse unter Abnahme von Spänen vorschiebt, bis das Arbeitsstück auf die normale Stärke abgedreht ist. Begreiflicherweise wächst jedoch die Schwierigkeit der Herstellung und Instandhaltung eines solchen profilirten Drehstahles mit der Länge des Arbeitsstückes; und nur dann ist das Verfahren benutzbar, wenn eine grosse Stückzahl der herzustellenden Rotationskörper die erheblich höheren Kosten für das Werkzeug wieder ausgleicht.

Endlich lässt sich die Drehbank, sofern sie mit gewissen Einrichtungen versehen wird, auch benutzen, um unregelmässig geformte Körper — Gewehrschäfte, Schwertgriffe, Radspeichen, Schuhleisten u. s. w. — genau übereinstimmend mit einem vorhandenen Modelle in grösserer Zahl herzustellen. Eine Drehbank für solchen Zweck heisst Copirdrehbank.

Eine Copirdrehbank einfachster Form aus der Fabrik von Ferdinand Arbey in Paris ist in den Figuren 84 und 85 (a. f. S.) abgebildet [2]). Der in gewöhnlicher Weise geformte Drehstahl e ist hier in einem Hebelarme D befestigt, welcher durch die Stange f mit einem zweiten Hebelarme D' von derselben Grösse verbunden ist. Beide Hebelarme schwingen in einer und derselben, rechtwinklig gegen die Drehbanksachse gerichteten Verticalebene, und die Bewegung des einen hat ersichtlicherweise auch eine gleiche Bewegung des anderen zur Folge. Sie befinden sich auf einem horizontalen Schieber F_1, der in Prismenführungen auf der unteren Platte F vermittelst der Stellschraube g verschoben werden kann; F wird mit Hülfe einer Leitspindel in gewöhnlicher Weise in der Richtung der Drehbanksachse vorgeschoben. Das Modell i und das Arbeitsstück k sind in dem Abstande der Hebelarme von einander zwischen Spitzen in gleicher Höhe eingespannt und empfangen Drehung in gleicher Richtung. a in Fig. 85 ist der Spindelstock mit zwei Spindeln, b der doppelte Reitstock. Die Bewegung des Deckenvorgeleges wird durch die Stufenscheibe C aufgenommen und in der aus den Abbildungen erkennbaren Art und Weise auf die beiden Drehbanksspindeln fortgepflanzt. Der Hebel D' trägt an der dem Modelle zugekehrten Seite ein Röllchen e_1; eine kräftige Blattfeder E drückt die Röllchen gegen das Modell. Es ist leicht ersichtlich, dass bei Drehung des Modells und Arbeitsstückes der Hebel D' dem Querschnittsprofile des ersteren folgend vor- und rückwärts schwingen, der im anderen Hebel befestigte Stahl aber die nämliche Bewegung aus-

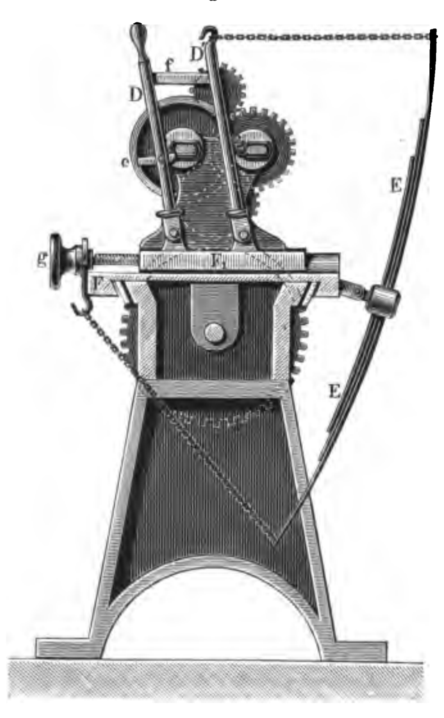
---

[1]) Abbildung eines Curvensupportes: Verarbeitung der Metalle, S. 652.

[2]) Scientific American, Vol XXXVI, S. 210.

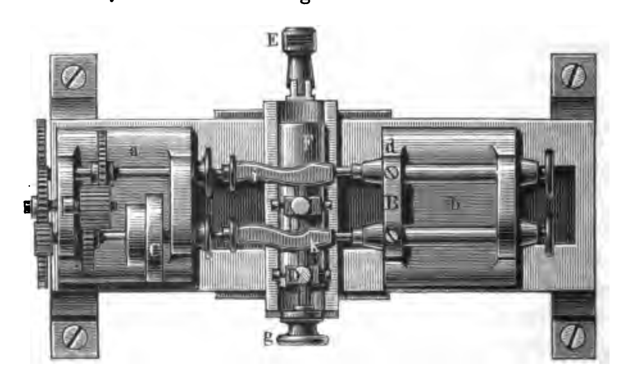
führen und solcherart einen dem Querschnitte des Modelles an der betreffenden Stelle ganz gleichen Querschnitt des Arbeitsstückes ausarbeiten wird. Bei dem allmäligen Vorschube des Supportes in der Längenrichtung wird demnach ein Körper entstehen, welcher dem Modelle vollständig gleicht. Dieser Vorschub wird durch die schon erwähnte (in Fig. 84 im Schnitte zwischen den beiden Drehbankswangen sichtbare) Leitspindel bewirkt, welche von der Antriebsstufenscheibe *C* aus durch ein System von Getrieben (an der linken Seite der Fig. 85 erkennbar) eine langsame Drehung empfängt.

Fig. 84.



Copirdrehbänke, bei denen statt des Drehstahles ein sich um seine Achse drehendes Werkzeug (Fräse) zur Anwendung gelangt, werden unter Fräsmaschinen ausführlichere Besprechung finden.

Fig. 85.



10. Bohrer, Bohrgeräthe und Bohrmaschinen.

Bohren nennt man bekanntlich die Herstellung cylindrischer Oeffnungen (Löcher) im vollen Arbeitsstücke durch Zerspanung des an der Stelle der Oeffnung vorher befindlichen Materials. Das dazu benutzte Werkzeug ist der Bohrer; die Hauptbewegung beim Bohren wird durch Drehung um die Achse des Bohrers, der Vorschub in der Achsenrichtung desselben bewirkt. In den meisten Fällen führt der Bohrer beide Bewegungen aus und das Arbeitsstück liegt still; doch finden sich auch Abweichungen, bei denen das Arbeitsstück eine oder beide Bewegungen ausführt.

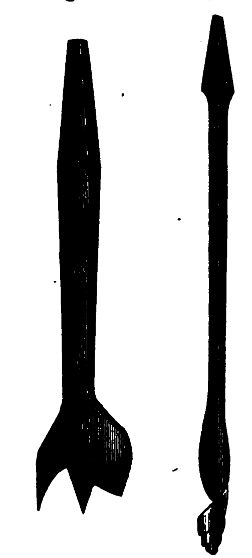
Die Schneide der Holzbohrer zeigt gemäss der verschiedenen Verwendung derselben eine ziemlich abweichende Form.

Der Hohlbohrer besitzt wie der Hohlmeissel der Dreher die Form einer halbkreisförmigen Rinne mit zwei langen, der Achse parallelen Schneidkanten. Sind dieselben am vorderen Ende des Bohrers durch eine dritte, rechtwinklig gegen dieselben gerichtete Schneidkante verbunden, so ist der Hohlbohrer überhaupt nicht im Stande, Späne aus dem vollen Holze herauszuheben, sondern er schneidet nur einen Kreis ein, und das stehen bleibende Stück muss besonders entfernt werden, sofern er nicht etwa nur zum Nachbohren (Schlichten) einer schon vorhandenen Oeffnung benutzt wird. Bei einer anderen Form der Hohlbohrer (Löffelbohrer) laufen dagegen die beiden anfänglich parallelen Schneidkanten zu einer Spitze zusammen, wodurch der Bohrer einem scharfkantigen Löffel ähnlich und befähigt wird, auch auf dem Boden des Loches unter stetem Vorschube starke Späne zu nehmen, während der obere nachfolgende Theil der Schneide das Loch glättet. Solche Löffelbohrer werden ausschliesslich auf Hirnholz gebraucht. Zur Verwendung auf Langholz ist es erforderlich, sie mit einem Vorschneidezahne zu versehen, um das Aufreissen der Fasern zu verhüten; der Zweck wird erreicht, wenn man aus der Spitze eines gewöhnlichen Löffelbohrers eine Ecke austrennt, so dass ein spitziger Zahn mit kurzer scharfer Schneidkante stehen bleibt.

Der Centrumbohrer, Fig. 86 (a. f. S.), ist flach und in der Mitte seiner Breite, also im Centrum des zu bohrenden Lochquerschnittes, mit einer Spitze versehen, welche das Aufsetzen des Bohrers auf genau der richtigen Stelle erleichtert und ihm beim Vordringen die Leitung giebt; von dieser Spitze in etwas geneigter Richtung gegen die Achse auslaufend befindet sich auf der einen Hälfte des Bohrers (auf der rechten Seite der Abbildung) die schaufelartig gestellte Schneide, welche auf dem Boden des Loches die Späne lostrennt und abhebt, während auf der entgegengesetzten Seite ein Vorschneidezahn angeordnet ist, um den

Zusammenhang der Fasern aufzuheben und das Loch zu glätten. Bei Centrumbohrern, welche für die unmittelbare Benutzung durch die Hand des Arbeiters bestimmt sind, versieht man häufig die Centrumspitze, welche in diesem Falle wohl eine etwas grössere Länge erhält, mit steil ansteigendem Schraubengewinde; bei der Drehung übt dieses Gewinde einen kräftigen Zug auf den Bohrer aus und ertheilt ihm solcherart einen Vorschub auch ohne Ausübung eines beträchtlichen Druckes.

Fig. 86. Fig. 87.



Der Schneckenbohrer, Fig. 87, entsteht, indem man einen Hohlbohrer mit schlanker Spitze schraubenartig aufwindet, so dass die beiden die Schneiden bildenden Längskanten Schraubenlinien beschreiben, deren Steigung von der Spitze nach dem Schafte zu stetig zunimmt. Eine solche Form gewährt mancherlei Vortheile. Die Schneidkante erhält dadurch eine Neigung gegen die Bewegungsrichtung, wodurch ein günstigerer Schneidwinkel entsteht (S. 48); die steilen Schraubengänge bewirken bei einfacher Drehung des Bohrers schon unter geringem Drucke einen Vorschub desselben in der Achsenrichtung, wodurch der Bohrer besonders für Handarbeit ausserordentlich bequem wird. Er lässt sich auf Quer- und auf Langholz gebrauchen. Die entstehenden Späne sammeln sich in dem hohlen Raume des Bohrers und lassen sich von dort entfernen. Unter den Schneckenbohrern verschiedener Fabrikbezirke besitzen die steirischen ihrer zweckmässigen Form halber den grössten Ruf; sie werden in den verschiedenen Abmessungen von etwa 1 mm bis zu mehreren Centimetern Durchmesser gefertigt.

Die beim Bohren entstehenden Späne nehmen begreiflicherweise einen erheblich grösseren Raum ein als das entfernte Holz vor dem Zerspanen; der Bohrer selbst aber beansprucht ebenfalls innerhalb des Loches immerhin einen gewissen Platz, und schon aus diesem Grunde ist es nothwendig, durch einen so schwachen Querschnitt desselben als es die Festigkeit des Materiales gestattet, den Raum so wenig als möglich zu beengen. Das Vordringen des Bohrers in dem Loche aber wird um so leichter von Statten gehen, je rascher die Späne aus dem Loche entfernt werden. Auf dieser Thatsache beruht die Form der Schraubenbohrer und Spiralbohrer. Erstere werden einfach dadurch hergestellt, dass der flach geschmiedete Bohrer im glühenden Zustande schraubenartig um eine runde Stange oder auch um seine eigene Achse gewunden wird (vergl. unten Fig. 89); bei den Spiralbohrern wird dagegen in den Schaft eines Bohrers von cylindrischem Querschnitte ein tiefer Schraubengang mit

starker Steigung eingefräst, wodurch offenbar eine ganz ähnliche Form entsteht. In beiden Fällen sammeln sich die Bohrspäne innerhalb der steilen Schraubengänge und werden bei der Umdrehung des Bohrers nach oben geführt, um am Rande des Loches auszutreten. Der Einrichtung der Schneide zufolge pflegen diese Schrauben- und Spiralbohrer zur Classe der Centrumbohrer zu gehören. Sehr überzeugend wird die Zweckmässigkeit solcher Schraubenbohrer durch die Ergebnisse einer grösseren Reihe von vergleichenden Versuchen dargethan, welche Hartig über die Leistungsfähigkeit gewöhnlicher und gewundener Centrumbohrer (Schraubenbohrer) anstellte. Es stellte sich heraus, dass bei gleichem Arbeitsaufwande und in gleicher Zeit der Schraubenbohrer durchschnittlich die vierfache Menge Holz zerspante als der Centrumbohrer mit glattem Schafte [1]).

Die Bewegung des Bohrers wird entweder ohne Weiteres mit der Hand, oder mit Benutzung eines Bohrgeräthes, oder mit Hülfe einer Bohrmaschine bewirkt.

Bei der *Bewegung durch die Hand* dient ein über das Ende des Bohrers gestecktes Querheft in der allbekannten Weise zum Erfassen, Drehen und Vorschieben. Vorzugsweise geeignet für diese Benutzung sind die Schneckenbohrer aus den schon angeführten Gründen.

Die *Anwendung eines Bohrgeräthes* hat vornehmlich den Zweck, einen stärkeren, für den Vorschub nothwendigen Druck zu ermöglichen, als er bei der ausschliesslichen Bewegung des Bohrers durch die rechte Hand zu erreichen ist. Daher benutzt man die Bohrgeräthe vorwiegend in solchen Fällen, wenn mit Hülfe eines Centrumbohrers (beziehentlich Centrum- und Hohlbohrers) glatte genaue Oeffnungen ausgebohrt werden sollen, die mit Hülfe des von Hand geführten Schneckenbohrers weniger genau ausfallen würden.

Das üblichste Bohrgeräth für Holzverarbeitung ist die Bohrwinde, auch Drehbohrer, Draufbohrer, Brustleier genannt. Die Einrichtung dieses Geräthes, welches in jeder Tischlerwerkstatt in verschiedenen Exemplaren zu finden ist, darf als so bekannt vorausgesetzt werden, dass eine Abbildung nicht erforderlich ist. Es besteht im Wesentlichen aus einer gekröpften Kurbel aus Holz oder Eisen, in deren einem Schenkel der Bohrer derartig befestigt wird, dass er bei Drehung der Kurbel ebenfalls in Drehung um seine Achse versetzt wird, während der gegenüberliegende Schenkel einen drehbaren Knauf aus Holz trägt, dessen Drehungsachse mit der verlängerten Achse des Bohrers zusammenfällt. Bei der Benutzung ergreift der Arbeiter die Bohrwinde in der Kröpfung, diese im Kreise drehend, während er den Knauf gegen die Brust stemmt, um mit dieser den für den Vorschub nothwendigen Druck auszuüben.

---

[1]) E. Hartig, Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, Leipzig 1873, S. 139.

Bohrmaschinen. Aus dem Bohrgeräthe wird eine Bohrmaschine, wenn die geleistete Arbeit nicht unmittelbar, sondern durch Uebersetzung vermittelst eines Systemes von Getrieben oder Riemenscheiben auf eine in einem Ständer gelagerte Bohrspindel übertragen wird, in welcher der Bohrer befestigt ist. Auf diese Weise lässt sich auch bei den durch die Hand getriebenen Bohrmaschinen eine weit grössere Geschwindigkeit des umlaufenden Bohrers als bei unmittelbarer Kraftübertragung hervorbringen. Obgleich nun thatsächlich den Gesetzen der Mechanik zufolge für eine gleiche aufgewendete Arbeit eine grössere Drehungsgeschwindigkeit nur auf Kosten der Geschwindigkeit der Schaltbewegung stattfinden kann, so ist doch andererseits die Ausnutzung dieser Arbeit — wie sich theoretisch und erfahrungsmässig beweisen lässt — eine günstigere bei Abnahme dünnerer Spänchen und rascherer Drehung als umgekehrt [1]); und aus diesem Grunde ist auch die quantitative Leistung einer Bohrmaschine mit rascherer Drehung und langsamem Vorschube grösser als bei der langsamen Drehung von Hand und stärkerem Vorschube. Ausserdem aber giebt die Bohrmaschine den Vortheil einer sicheren, geradlinigen Führung während des Vorschubes, also einer durchaus genauen Arbeit.

Wie sich aus dem Gesagten von selbst ergiebt, wird die Hauptbewegung (Drehung) bei allen Bohrmaschinen durch das Werkzeug ausgeführt, die Schaltbewegung (der Vorschub) dagegen bei einzelnen Maschinen durch das Arbeitsstück, bei den meisten ebenfalls durch das Werkzeug.

Die Bohrspindel mit dem Werkzeuge befindet sich entweder in senkrechter oder wagerechter Stellung, und man unterscheidet demnach Vertical- und Horizontalbohrmaschinen.

Als Werkzeug pflegt man Hohlbohrer oder Centrumbohrer, letztere zweckmässig als Schraubenbohrer oder Spiralbohrer geformt, zu benutzen.

Die Arbeit wird durch Elementarkraft oder menschliche Kraft verrichtet; in dem letzteren Falle gewöhnlich durch Drehung einer Kurbel, von welcher aus durch Zahnradübersetzung die Bewegung auf die Bohrspindel fortgepflanzt wird.

Giebt man nun einer Bohrmaschine der beschriebenen Art eine Vorrichtung, welche auch eine Schaltbewegung entweder des Arbeitsstückes oder des Werkzeuges rechtwinklig gegen die Achsenrichtung des Bohrers ermöglicht, so wird die Maschine dadurch befähigt, ein zuvor gebohrtes

---

[1]) Man möge sich vergegenwärtigen, dass bei allen Trennungsarbeiten durch schneidende Werkzeuge der losgetrennte Span ein Prisma darstellt, dessen Widerstand gegen das Aufbiegen und Abbrechen gemäss den Formeln für die Widerstandsmomente der einzelnen Querschnittsformen im quadratischen Verhältnisse mit seiner Dicke zunimmt, und dass demnach die erforderliche Arbeit für dieses Aufbiegen und Abbrechen ebenfalls im quadratischen Verhältnisse zu der Dicke steigt.

kreisrundes Loch zu einer länglichen, schlitzförmigen Oeffnung zu erweitern, deren Breite gleich dem Durchmesser des Bohrers ist und deren Länge mit der Länge des zuletzt erwähnten Vorschubes übereinstimmt. Als Bohrer dient hierbei gewöhnlich ein Hohlbohrer mit scharf geschliffener seitlicher Schneide; ein Centrumbohrer würde begreiflicherweise, da ein seitliches Schneiden stattfinden muss, nicht anwendbar sein. Solche Maschinen heissen Langlochbohrmaschinen, Nuthenbohrmaschinen, Zapfenlochbohrmaschinen, Schlitzbohrmaschinen; und da bei Holzarbeiten die Herstellung solcher schlitzförmiger Oeffnungen sehr häufig vorkommt, die Anbringung einer Vorrichtung zum Langlochbohren (welche fast ohne Ausnahme ihre Bewegung von Hand erhält) aber in ziemlich einfacher Weise zu bewirken ist, so findet man die meisten Holzbohrmaschinen mit derselben versehen. Eine solche Langlochbohrmaschine für Holz kann demnach als ein sehr zweckmässiger Ersatz der früher besprochenen Stemmmaschine (S. 59) betrachtet werden, vor welcher sie den Vortheil voraus hat, dass der bei derselben nach jedem Stosse erforderliche leere Rückgang des Werkzeuges wegfällt. Die Enden eines gebohrten Zapfenloches sind aber selbstverständlich nicht geradlinig eckig, sondern halbkreisförmig gestaltet; will man in Rücksicht auf die rechtwinklige Form der Zapfenenden ein entsprechend geformtes Loch erhalten, so muss dieser Zweck durch Ausstemmen der Ecken erreicht werden. Zur rascheren Ausführung dieser Arbeit versieht man nicht selten die Langlochbohrmaschinen zugleich mit einer Vorrichtung, welche dieses Nachstemmen ermöglicht; entweder indem man in dem Ständer der Bohrmaschine neben der Bohrspindel einen besonderen, durch einen Hebel bewegbaren Stössel mit Stemmeisen in ganz derselben Weise wie bei der auf S. 60 abgebildeten Stemmmaschine anordnet; oder auch, indem man die Bohrspindel selbst in senkrechter oder bei Horizontalbohrmaschinen horizontaler Richtung verschiebbar macht und solcherart als Stössel für das Ausstemmen benutzt (vergl. die unten in Fig. 89 gegebene Abbildung einer Langlochbohr- und Stemmmaschine).

Die Umfangsgeschwindigkeit des Bohrers in Bohrmaschinen kann sowohl beim Bohren von runden Löchern als Schlitzen ziemlich beträchtlich sein und, sofern die Construction der Maschine stabil genug und ein Abbrechen des Bohrers oder seiner Schneiden nicht zu befürchten ist, bis 5 m per Secunde gesteigert werden. Zur Abminderung einer Gefahr des Zerbrechens einzelner Theile (insbesondere der Getriebezähne) oder des Bohrers selbst bei sehr raschem Gange hat man bei neueren derartigen Maschinen mit gutem Erfolge Uebersetzung durch Frictionsräder statt durch verzahnte Getriebe in Anwendung gebracht.

Die erforderliche Betriebskraft für eine zum Betriebe durch Elementarkraft bestimmte, rasch arbeitende Holzbohrmaschine für grössere Löcher dürfte erfahrungsmässig auf etwa zwei Pferdestärken zu veranschlagen sein. Hartig fand bei einer Bohrmaschine, welche vermittelst eines Centrumbohrers ein Loch von 101 mm Durchmesser bei 4,73 m Umfangs-

geschwindigkeit des Bohrers und 0,2 mm Spandicke bohrte und dabei im Durchschnittte 0,091 cbm Fichtenholz zerspante, einen Arbeitsverbrauch im Leergange von 0,265 Pferdestärken, im Arbeitsgange von 1,86 Pferdestärken; und wenn

N_0 den Arbeitsverbrauch im Leergange
N_1 „ „ „ Arbeitsgange
d den Durchmesser des Bohrers in Millimetern
v das per Stunde zerspante Holz in Kubikmetern

bedeutet, so lässt sich nach Hartig's Versuchen die erforderliche Betriebskraft nach der Formel berechnen:

für Fichtenholz: $$N_1 = N_0 + \left(7{,}6 + \frac{1000}{d}\right) v$$

„ Erlenholz: $$N_1 = N_0 + \left(28{,}6 + \frac{2170}{d}\right) v$$

„ Weissbuchenholz: $$N_1 = N_0 + \left(210 + \frac{2280}{d}\right) v.$$

Als Horizontalbohrmaschine lässt sich jede Drehbank benutzen, wenn man in der Spindel derselben einen Bohrer befestigt und das Arbeitsstück nun gegen denselben vorschiebt. In der That findet ein solches Verfahren in den Werkstätten der Holzdrechsler vielfache Anwendung, wenn Hohlgefässe hergestellt werden sollen. Auch der umgekehrte Weg lässt sich einschlagen: das an der Planscheibe befestigte Arbeitsstück macht die Drehung und der genau centrisch zu demselben eingestellte Bohrer rückt gegen dasselbe vor. Als Bohrer hierbei dienen Centrum- und Löffelbohrer.

Besondere Horizontalbohrmaschinen mit oder ohne Vorrichtung zum Langlochbohren finden dagegen nicht seltene Anwendung in Fabriken für Eisenbahnbedarf, Bautischlereien und dergleichen. Von den Verticalbohrmaschinen unterscheiden sie sich im Wesentlichen nur durch die horizontale Lage der Bohrspindel und der dadurch bedingten geänderten, im Ganzen einfacheren, Form des Ständers, während die Art der Bewegungsübertragung im Allgemeinen dieselbe bleibt.

Eine einfache, für Herstellung leichter Arbeiten nützliche kleine horizontale Bohrmaschine von Allen Ransome & Co. in London ist in Fig. 88 abgebildet. Die Bohrspindel, welche vermittelst der kleinen Riemenscheibe *a* den Antrieb von der Deckentransmission empfängt, ist hier in zwei Lagern eines Spindelstockes gelagert, welcher in Führungen des tischförmigen Untersatzes in horizontaler Richtung geradlinig verschoben werden kann. An der unteren Seite des Spindelstockes ist ein Hebel *c* angeschlossen, welcher in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise von dem Fusstritte *d* aus bewegt werden kann und hierbei dem Spindelstocke sammt Riemenscheibe und Bohrer einen Vorschub in der Achsenrichtung des letzteren ertheilt; sobald aber der Fuss den Tritt loslässt, führt das am anderen Ende befestigte Gegengewicht den Hebel nebst Spindelstock etc.

wieder in die Anfangsstellung zurück und den Bohrer aus dem gebohrten Loche heraus. Das Arbeitsstück wird mit Hülfe einer Klemmschraube

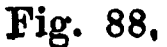
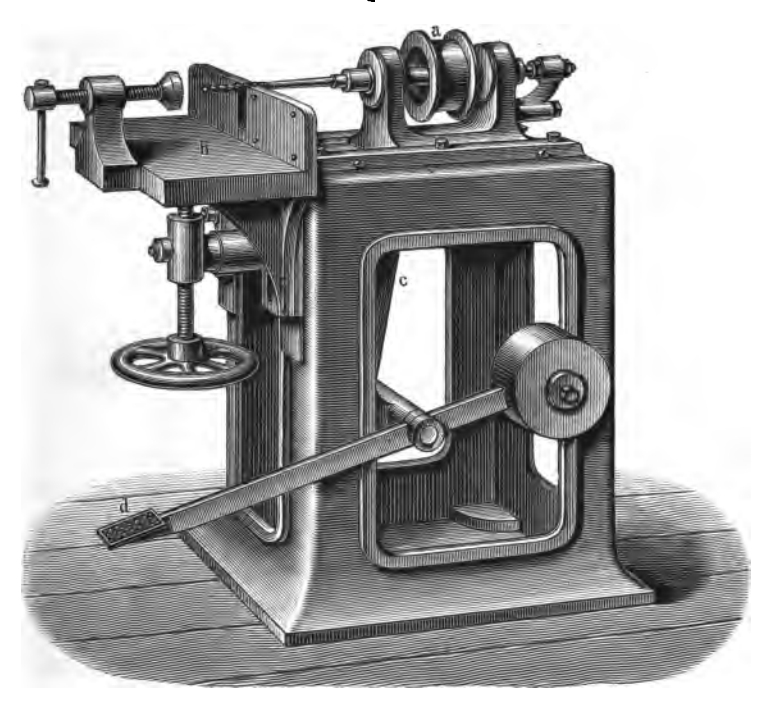


Fig. 88.

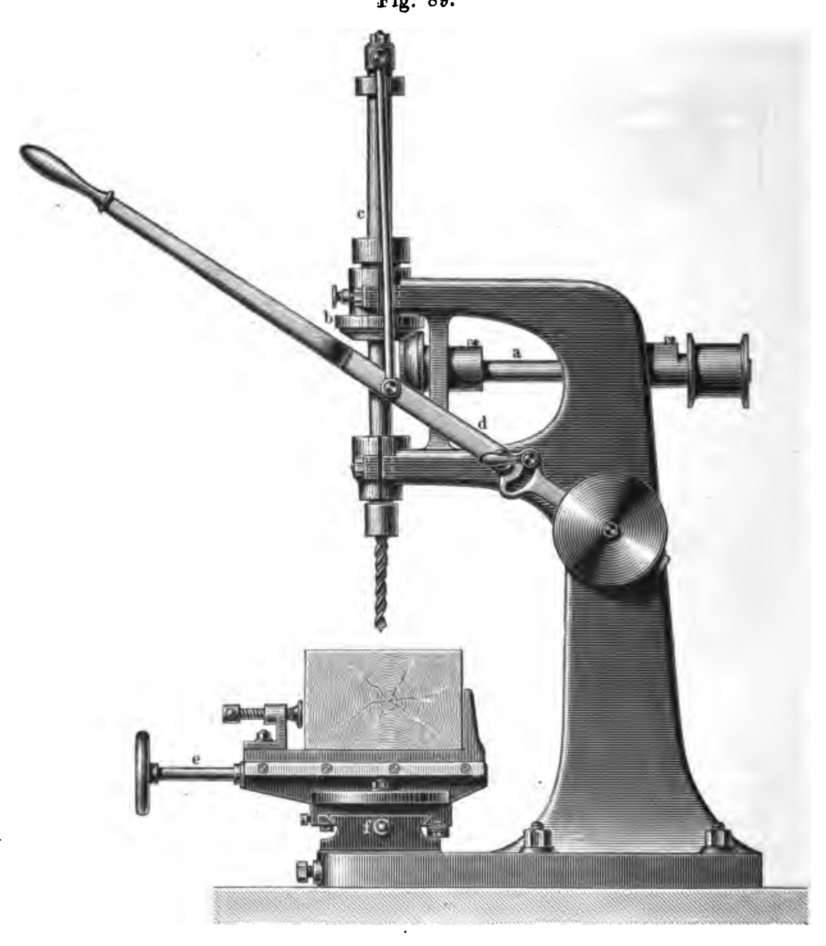


auf dem Tische *b* befestigt, welcher sich mittelst Schraubenspindel und Handrad höher oder tiefer stellen lässt.

Eine Verticalbohrmaschine mit Vorrichtung zum Langlochbohren und Stemmen aus der Chemnitzer Werkzeugmaschinenfabrik ist in Fig. 89 (a. f. S.) in $^1/_{15}$ der wirklichen Grösse abgebildet. In dem soliden Hohlgussständer ist die horizontale Betriebswelle *a* gelagert, welche durch die am rechten Ende sichtbare Riemenscheibe den Antrieb von der Deckentransmission aus empfängt und die Bewegung durch die links befindliche konische Frictionsscheibe auf die zweite Frictionsscheibe *b* fortpflanzt. Die verlängerte Nabe der letzteren dreht sich in dem im oberen Arme des Ständers befestigten Lager, und ist durch Nuth und Feder mit der senkrechten Bohrspindel *c* derartig verbunden, dass die letztere zwar die Drehung der Frictionsscheibe mitmachen muss, innerhalb derselben aber sich in der Achsenrichtung ohne Schwierigkeit verschieben lässt. Zur Sicherung der geradlinigen Richtung dieser Bewegung ist die Spindel in dem unteren Arme des Ständers zum zweiten Male geführt. Mit dem oberen Ende steckt die Bohrspindel drehbar in einem Kreuzkopfe mit

zwei Zapfen, an welche zwei Schubstangen angreifen, die unten an den ungleicharmigen gabelförmigen Hebel *d* angeschlossen sind. Der links

Fig. 89.



befindliche längere Arm desselben ist mit einem Handgriffe versehen, der kürzere Arm an der rechten Seite durch ein Gewichtsstück belastet. Es ist leicht zu ersehen, dass durch einen Druck auf den Handgriff die Bohrspindel abwärts bewegt wird und somit beim Rundbohren den erforderlichen Vorschub in der Achsenrichtung ausführt; lässt man den Handgriff los, so wird durch das Gegengewicht der Bohrer selbstthätig aus dem Loche herausgezogen.

Das Arbeitsstück befindet sich unterhalb des Bohrers auf einem Tische mit Kreuzsupport und wird dort in der aus der Abbildung erkennbaren Art und Weise befestigt. Die beiden in horizontalen Ebenen be-

weglichen Schieber oder Schlitten des Supportes werden mit Hülfe der Schraubenspindeln *e* und *f* verschoben; und es dient diese Einrichtung ebensowohl zur Einstellung des Holzstückes vor dem Bohren in die richtige Lage als auch zum Vorschieben desselben während des Bohrens, wenn Langlöcher (Nuthen) gebohrt werden sollen. Endlich ist aber das untere Theil des Supportes scheibenförmig construirt und auf dem Fusse des Ständers um den Mittelpunkt drehbar, wodurch es ermöglicht wird, auch Langlöcher in schräger Richtung gegen die Mittellinie des Holzstückes zu bohren. Die kleine aus dem Ständerfusse vorstehende Schraube dient zur Feststellung des Drehstücks.

Zum Ausstemmen der Ecken in den gebohrten Nuthen wird die Bohrspindel selbst benutzt, nachdem ein Stemmeisen an die Stelle des Bohrers gebracht worden ist. Die Frictionsscheibe *b* wird durch eine Klemmschraube in ihrem Lager festgestellt, damit der Meissel sich nicht drehen kann, und der Hebel *d* wieder für die Bewegung des Werkzeuges benutzt.

Eine Abart dieser sogenannten freistehenden Bohrmaschinen wird durch die Wandbohrmaschinen gebildet, zweckmässig verwendbar in solchen Werkstätten, wo es an dem nöthigen Platze zu der Aufstellung des freistehenden Ständers gebricht. Statt des letzteren dient eine durch Schrauben an der Wand befestigte Platte zum Tragen der einzelnen Theile der Maschine.

11. Fräsen und Fräsmaschinen.

Eine Fräse ist ein um seine Achse rotirendes Werkzeug mit einer oder gewöhnlich mehreren ganz gleichen Schneiden. Diese Drehung des Werkzeuges bildet die Hauptbewegung; die Schaltbewegung wird entweder durch gleichzeitigen Vorschub des Werkzeuges oder auch des Arbeitsstückes ausgeführt. Die Schneide des Werkzeuges ist entsprechend der Form des herzustellenden Arbeitsstückes geradlinig oder profilirt.

In solcher Weise lassen sich ausserordentlich mannigfaltige Formen mit Hülfe einer Fräse ausarbeiten. Befinden sich die Schneiden an dem Mantel eines Cylinders und erfolgt der Vorschub in der Richtung der Tangente, so entsteht eine geradlinige Fläche, deren Querschnittsprofil gleich dem Profile der Schneidkanten der Fräse, also eben, gebrochen, gekrümmt u. s. w. ist; erfolgt der Vorschub nicht nach einer geraden, sondern nach einer gekrümmten Linie, so entsteht ein Körper, dessen Querschnittsprofil zwar überall gleich, dessen Längenprofil aber nicht geradlinig, sondern von der Richtung jener Leitlinie abhängig ist; befinden sich die geradlinigen Schneiden an der Stirnseite des um seine Achse gedrehten Cylinders und der Vorschub erfolgt rechtwinklig gegen die Achse, so entsteht eine ebene Fläche; u. s. w.

Schon im Vorausgegangenen sind mehrere Werkzeuge besprochen worden, deren Wirkung mit derjenigen einer Fräse übereinstimmt, und welche daher auch vom technologischen Standpunkte aus als Fräsen hätten bezeichnet werden müssen; die Kreissäge ist eine Fräse, deren Schneiden sich an dem Mantel eines sehr niedrigen Cylinders befinden; die Langhobelmaschine ist ebenfalls eine Fräsmaschine, deren Messer sich in einem Cylindermantel bewegen und bei welcher der Vorschub tangential zu dem von den Schneidkanten beschriebenen Kreise erfolgt; auch die Langlochbohrmaschine wirkt durch Ausfräsen vermittelst eines am Umfange mit Schneidkante versehenen Werkzeuges, wobei jedoch der Vorschub rechtwinklig zur Achsenrichtung des Werkzeuges ausgeführt wird; der Messerkopf der Querhobelmaschine endlich ist eine sogenannte Stirnfräse, welche ebene Flächen ausarbeitet.

In einzelnen Fällen sind die zum Fräsen von Holz bestimmten Messer aus Stahl gefertigt und, wie bei den oben abgebildeten Langhobelmaschinen, an dem sogenannten Messer- oder Fräskopfe — einem gusseisernen oder schmiedeeisernen prismatischen Körper, der mitunter mit der betreffenden Welle in einem Stücke gefertigt ist — befestigt; in anderen Fällen, und zwar vorwiegend bei kleineren Fräsen, versieht man den Fräskopf selbst mit Schneidkanten (Schneidrädchen). Sollen gekrümmte oder unregelmässig gewachsene Hölzer gefräst werden, so ist es in Rücksicht auf die wechselnde Fasernrichtung zweckmässig, die Schneiden in solcher Weise anzuordnen, dass man in beiden Richtungen damit fräsen kann; ein solcher Fräskopf wird dargestellt, indem man einen Rotationskörper von dem Profile der herzustellenden Schneidkanten mit so vielen radial stehenden Einkerbungen versieht, als Schneiden gebildet werden sollen und die Schneide durch Abflachung der stehen gebliebenen Mantelfläche zuschärft. Immerhin ist — ebenso wie bei den früher besprochenen doppelt wirkenden Sägezähnen — der Schneidwinkel dieser Fräsen ungünstiger als bei einseitiger Wirkung und der Arbeitsverbrauch höher.

Selbstverständlich ist es von grosser Wichtigkeit, dass die Form der verschiedenen an demselben Kopfe befindlichen Schneidkanten und ihr Abstand von der Drehungsachse genau übereinstimmen; und aus diesem Grunde sind die Herstellungskosten gut arbeitender Fräsen ziemlich beträchtlich. Dagegen arbeitet die Fräse ausserordentlich rasch und sicher und ist deshalb ein vorzügliches Werkzeug, wenn eine und dieselbe Formgebung häufig wiederkehrend ausgeführt werden soll.

Die Hauptbewegung (Drehung) der Fräse wird fast ohne Ausnahme durch eine Maschine bewirkt, da für eine vortheilhafte Wirkung derselben eine so bedeutende Geschwindigkeit nothwendig ist, als sich eben nur durch Uebersetzung erreichen lässt; der Vorschub wird entweder gleichfalls von der Maschine oder von Hand ausgeführt.

Als Fräsmaschine lässt sich die Drehbank benutzen, indem man die

Fräse auf der Spindel befestigt und den Vorschub durch das Arbeitsstück bewirken lässt.

Wo jedoch die Arbeit des Fräsens häufiger vorkommt, zieht man es vor, besondere Fräsmaschinen anzuwenden; und wenn, wie es nicht selten ist, diese Maschine für die Herstellung ganz specieller Formen bestimmt ist (Schlitze und Zapfen, Zinken für Holzverbindungen, Möbeltheile und dergleichen), so lässt sich die Maschine von vornherein mit Einrichtungen versehen, welche jene Herstellung nicht unbeträchtlich erleichtern; da aber keine andere Maschine so wie die Fräsmaschine aus den schon berührten Gründen gerade für die Massenfabrikation geeignet ist, so findet man auch bei keiner anderen Gattung von Werkzeugmaschinen so abweichende äussere Formen als gerade hier.

Bei den gewöhnlichen Fräsmaschinen pflegt die zur Aufnahme des Fräskopfes dienende Spindel in senkrechter Stellung angeordnet zu sein; das obere den Kopf tragende Ende derselben ragt aus einer horizontal liegenden Tischplatte hervor, auf welcher das Arbeitsstück vor der Fräse vorbeigeführt wird. Aber auch wagerecht liegende Frässpindeln sind nicht selten; und für gewisse Zwecke sind mitunter zwei oder mehr Frässpindeln in derselben Maschine angeordnet.

Der Durchmesser des Fräskopfes von Schneide zu Schneide gemessen pflegt 30 bis 100 mm, die Umfangsgeschwindigkeit 10 bis 20 m per Secunde, die Zahl der Umdrehungen per Minute 3000 bis 4000 zu betragen.

Der erforderliche Arbeitsverbrauch ist ebenso wie bei den schon besprochenen Langhobelmaschinen abhängig von der Form des Profiles, der Anzahl der gleichzeitig zum Angriffe gelangenden Spindeln, der Beschaffenheit des Holzes etc. Beispielsweise fand Hartig an einer kleinen Holzfräsmaschine mit Fräskopf von 94 mm Durchmesser, dessen Schneiden einen Schneidwinkel von 90 Grad und keinen Anstellungswinkel hatten, bei 2061 Umläufen per Minute und Bearbeitung von Erlenholz einen Arbeitsverbrauch im Leergange von 1,32 Pferdestärken, im Arbeitsgange von 2,03 Pferdestärken; im Ganzen bei 12 untersuchten Maschinen eine Leergangsarbeit gemäss der verschiedenen Anzahl der bewegten Wellen und Spindeln von 0,62 bis 4,28 Pferdestärken und einen Wirkungsgrad der Maschinen = 0,43.

Eine sehr einfache kleine Fräsmaschine amerikanischer Construction (von J. H. Blaisdell in Philadelphia) ist in den Figuren 90 und 91 (a. f. S.) abgebildet. Der Ständer ist säulenförmig und durch einen breit ausladenden Fuss gegen Erschütterungen geschützt. An der einen Seite ist derselbe für den Hindurchgang des Antriebsriemens geschlitzt. Um gemäss der verschiedenen Faserrichtungen gekrümmter Hölzer nach beiden Richtungen fräsen zu können, wird die Bewegung von der Deckentransmission aus durch einen offenen und einen gekreuzten Riemen auf die Antriebswelle übertragen und dementsprechend sind auf der letzteren ausser der Festscheibe *a* zwei Losscheiben *b* und *c* angeordnet. In der gezeichneten Stellung der Riemen steht die Maschine still; sobald mit

Hülfe des Hebels *d* einer oder der andere auf die Festscheibe geschoben wird, tritt Bewegungsübertragung ein. In der Achse des Ständers ist in zwei conischen Bronzelagern die aus Gussstahl gefertigte

Fig. 90.

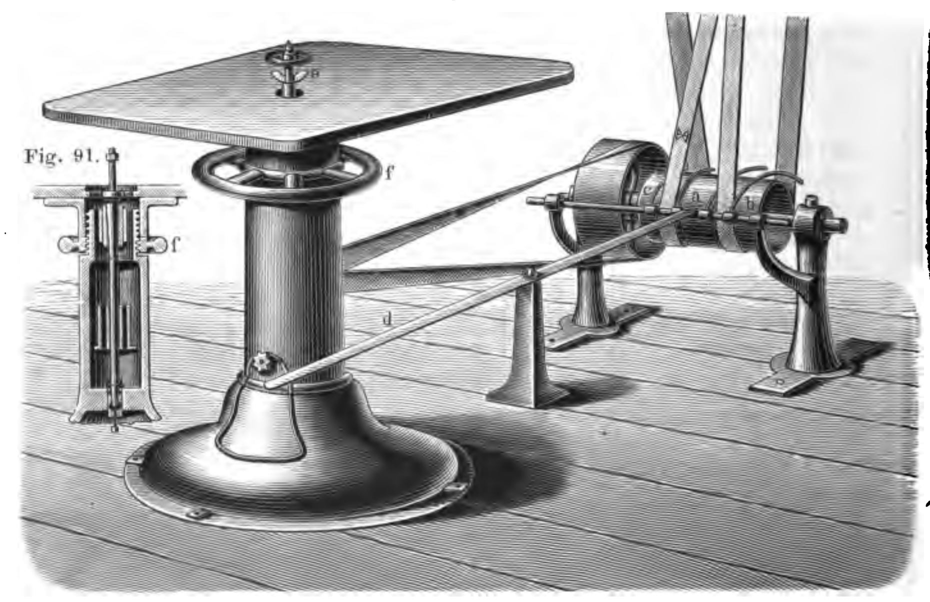


Fig. 91.

Spindel in der Weise gelagert, wie es aus Fig. 91 ersichtlich ist; mit dem unteren Ende stützt sie sich auf eine nach aussen vorstehende und durch eine Oeffnung im Ständer zugängliche Stellschraube, welche eine genaue Einstellung der Spindel ermöglicht. Das obere, aus dem Tische vorstehende Ende der Spindel, welches zur Aufnahme des Fräskopfes dient, ist zum Auswechseln eingerichtet, wodurch den verschiedenen Durchmessern der Fräsköpfe Rechnung getragen wird. Die Fräse ist in Fig. 90 mit *e* bezeichnet. Die Tischplatte ist auf einem ausgedrehten Kragenstücke befestigt, welches genau über den abgedrehten Hals des Ständers passt und sich auf demselben verschieben lässt. Der Hals ist, wie sich in Fig. 91 erkennen lässt, mit flachem Schraubengewinde, die Nabe des Handrades mit entsprechendem Muttergewinde versehen; von dem Handrade wird das Kragenstück und die Tischplatte getragen und somit bei Drehung desselben gehoben oder gesenkt. Damit übrigens nicht der Tisch bei der Drehung des Handrades in Mitleidenschaft gezogen werde, ist in dem Halse des Ständers eine das Schraubengewinde senkrecht durchschneidende Nuth ausgearbeitet, in welche ein durch das Kragenstück hindurchgehender Schraubenbolzen eingreift; durch Anziehen desselben wird zugleich eine Feststellung des Tisches bewirkt.

In Bau- und Möbeltischlereien, Wagenfabriken, Arsenalen, Schiffsbauwerften u. s. w. finden besondere Fräsmaschinen zum Schneiden von Zapfen nebst den entsprechenden Schlitzen für Holzverbindungen eine nicht seltene Anwendung. Solche *Zapfenschneid- und Schlitzmaschinen* enthalten zwei horizontale Spindeln mit den entsprechenden Fräsköpfen, in ihrem Abstande von einander verstellbar, gegen welche das Holzstück horizontal und rechtwinklig gegen die Fasernrichtung vorgeschoben wird; eine dritte vertical stehende Spindel pflegt zur Herstellung der Schlitze mit Hülfe eines langen, entsprechend geformten, Messers zu dienen. Mitunter findet man auch eine Einrichtung, bei welcher das Holz festliegt und der Vorschub durch die in einem Schlitten verschiebbare Spindel ausgeführt wird. Zur Herstellung der Schlitze oder auch des Zwischenraumes zwischen zwei Zapfen dient statt der Fräse bisweilen eine Taumelsäge (S. 101).

Eine solche für Tischlereien, Pianofortefabriken u. s. w. bestimmte Zapfenschneid- und Schlitzmaschine aus der Fabrik von M. Powis Bale & Co. in London ist in Fig. 92 (a. f. S.) in perspectivischer Ansicht abgebildet. Der Antrieb wird, wie leicht ersichtlich ist, von der im Fusse des Ständers gelagerten Welle mit einer Fest- und einer Losscheibe aufgenommen und dann durch eine dritte grössere Riemenscheibe auf die beiden kleinen auf den Frässpindeln sitzenden Riemenscheiben *a* und *b* in solcher Weise übertragen, dass dieselben in entgegengesetzter Richtung sich drehen. Die Scheibe *c* dient als Spannrolle bei der verschiedenen Höhenstellung der Frässpindeln. Auf den entgegengesetzten Enden der letzteren sitzen die beiden Fräsköpfe mit den angeschraubten Messern *d* und *e* für das Anfräsen der Zapfen. Beide Spindeln laufen in je zwei Lagern mit Pfannen aus Phosphorbronze und diese Lager befinden sich an gusseisernen Querträgern *f* und *g*, welche in senkrechten Führungen des Ständers auf und nieder bewegt werden können. Diese Einrichtung ermöglicht die Verstellung der Spindeln gemäss der verschiedenen Zapfenstärke und die Einstellung der unteren Spindel gemäss der Höhe der Zapfenunterkante über der Tischplatte; die Bewegung erfolgt durch zwei innerhalb des hohlen Ständers angeordnete (in der Abbildung am Kopfe desselben sichtbare) senkrechte Schraubenspindeln, die durch eine aufgesteckte Handkurbel gedreht werden, und die Feststellung mit Hülfe von Klemmschrauben. Damit aber auch Zapfen mit ungleicher Schulterhöhe (z. B. der Zapfen *x* des am Boden liegenden Stückes) gefräst werden können, sind die Lager der oberen Welle auch in wagerechter Richtung verschiebbar gemacht und zu diesem Ende nicht unmittelbar am Träger *g*, sondern zunächst auf einem Schieber *h* aufgegossen, der in prismatischen horizontalen Führungsleisten an der Vorderseite von *g* gleitet und wiederum mit Hülfe einer Schraube nebst Handrad (letzteres an der rechten Seite der Maschine befindlich und in der Abbildung nicht sichtbar) verstellt wird. Die Riemenscheibe *a* besitzt, wie sich auch in der Abbildung er-

kennen lässt, eine solche Breite, dass auch bei dieser Verschiebung der Frässpindel der Angriff des Riemens gesichert bleibt.

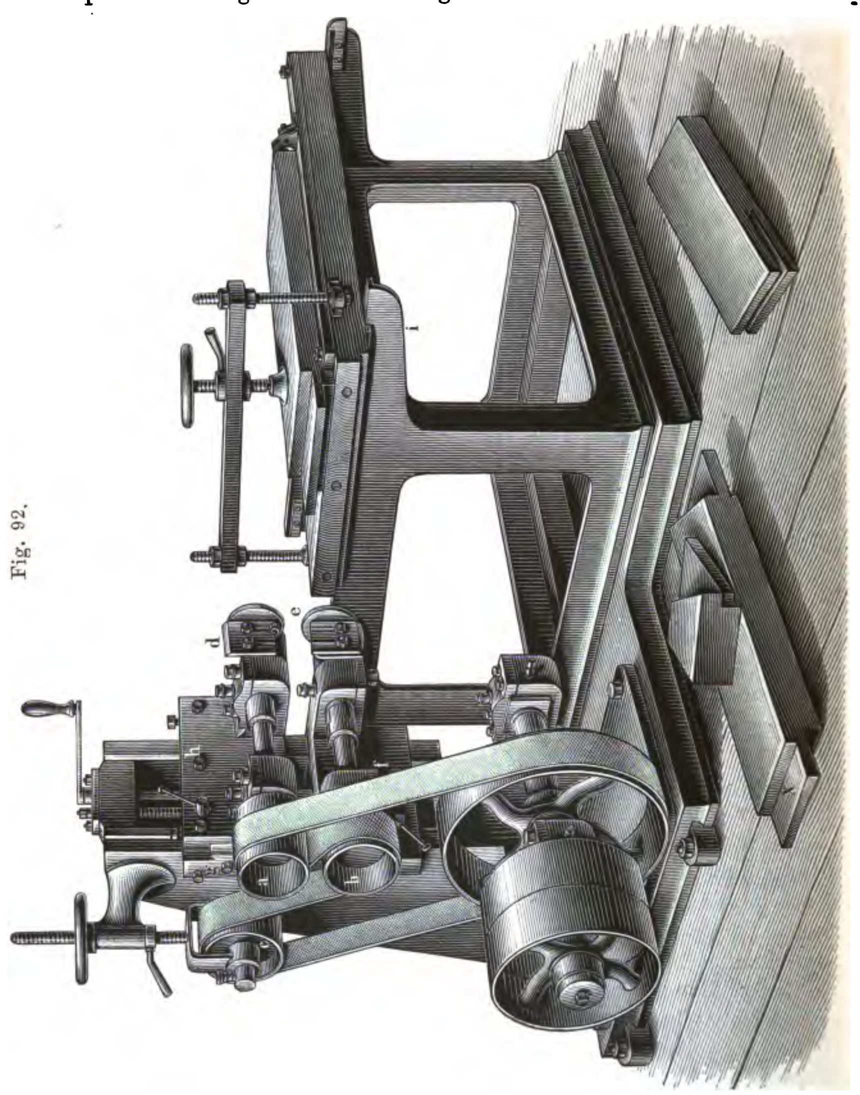


Fig. 92.

Das zu bearbeitende Holzstück wird mit Hülfe einer Schraube auf einer Tischplatte aus hartem Holze befestigt, die in horizontalen Führungsleisten des gusseisernen Tischuntersatzes *i* gleitet, und von Hand gegen die Frässpindeln vorgeschoben. Ein drehbarer Anschlag mit Scala dient zum richtigen Einspannen des Arbeitsstückes gemäss der Breite der Zapfen und der verschiedenen Schulterwinkel.

Zum Ausfräsen der Schlitze ist an der Rückseite des Ständers eine (in der Abbildung nicht sichtbare) Taumelsäge mit senkrechter Welle und besonderem Antriebe angeordnet. Auch für Herstellung doppelter Zapfen wird dieselbe benutzt; man fräst zunächst mit den Frässpindeln die äusseren Flächen der beiden Zapfen und entfernt dann mit der Säge, nachdem deren Neigungswinkel gegen die Achse richtig eingestellt worden ist, das zwischen beiden Zapfen stehen gebliebene Material.

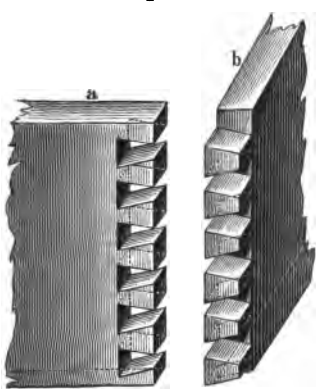
Der Ständer und der Tisch der Maschine sind auf einem gemeinschaftlichen gusseisernen Fundamentrahmen befestigt.

Fast ebenso häufig als die Herstellung von Zapfen und Schlitz kommt für Holzverbindungen — insbesondere bei der Kistenfabrikation und in Möbeltischlereien — die Verbindung zweier Holzstücke durch Zinken vor (vergl. unten Zusammenfügungsarbeiten). Es lag daher nahe, auch für diese Aufgabe, welche durch Handarbeit nur mit verhältnissmässig grossem Zeitaufwande zu erledigen ist, besondere Maschinen einzurichten; und die Anwendung derselben ist um so vortheilhafter, da die Genauigkeit der Arbeit derselben sich bei Handarbeit nur unter Anwendung grosser Sorgfalt erreichen lassen würde.

Man hat *Zinkenschneidmaschinen* construirt, bei denen durch Kreissägeblätter die Oeffnungen ausgeschnitten werden (Maschine von Armstrong u. a.); einfacher lässt sich mit Hülfe der Fräse derselbe Zweck erreichen.

Es wird leicht verständlich sein, dass bei einer Verzinkung, wie sie in Fig. 93 dargestellt ist, sich die Oeffnungen zwischen den Zinken des mit *a* bezeichneten Stückes auf einer gewöhnlichen Fräsmaschine mit Hülfe eines conisch geformten Fräskopfes herstellen lassen, dessen Profil mit demjenigen der auszufräsenden Oeffnung übereinstimmt, wobei selbstverständlich das Brett in der Richtung seiner Stärkeabmessung gegen die Fräse vorgeschoben wird; und nach beendigtem Durchgange wird das Brett um das Maass der Theilung, d. h. des Abstandes zweier benachbarter Zinken, weiter gerückt, damit eine neue Oeffnung gefräst werden kann. Für die Oeffnungen des Stückes *b* dagegen ist eine cylindrische Fräse und ein zweimaliger Durchgang des Arbeitsstückes in verschiedenen Richtungen erforderlich; bei dem ersten Durchgange wird die eine Seite, bei dem zweiten Durchgange die andere, mit dieser divergirende, Seite der trapezförmigen Oeffnung abgefräst. In beiden Fällen lässt sich das Weiterrücken des Holzes zum Fräsen einer


Fig. 93.



neuen Oeffnung, gemäss der verlangten Theilung, ohne grossen Zeitverlust durch Anwendung einer Schablone aus Blech oder Holz bewirken, welche der herzustellenden Verzinkung entsprechend geformt, d. h. mit einer Anzahl regelmässiger Einschnitte versehen ist und derartig unter dem Brette befestigt wird, dass jedesmal einer dieser Einschnitte während des Fräsens die Frässpindel unterhalb der Schneiden umfasst. Diese Schablone braucht also nur an der Spindel fortgeschoben zu werden, um die richtige Stellung der auszufräsenden Oeffnungen zu sichern. Ein solcher einfacher Zinkenfräsapparat, d. h. eine Vorrichtung zum Einspannen des Holzes nebst Schablone, für jede Fräsmaschine brauchbar, nach einer patentirten Construction der Chemnitzer Werkzeugmaschinenfabrik, ermöglicht die Herstellung von etwa 8 Zapfen und Schlitzen der abgebildeten Form per Minute.

Bei einer grösseren Zinkenfräsmaschine aus derselben Fabrik [1]), vorzugsweise für Massenanfertigung geeignet, sind statt einer vertikalen vier horizontale Frässpindeln angeordnet, um ebenso viele Oeffnungen gleichzeitig auszufräsen; dieselben sind unter einander in wagerechter Richtung, gemäss der verschiedenen Theilung der herzustellenden Zinken, verstellbar, ausserdem aber gemeinschaftlich auf einem in senkrechter Richtung selbstthätig durch die Maschine (vermittelst einer Kurbel) auf- und niederbewegten Schlitten gelagert, wodurch der nothwendige Vorschub während des Fräsens ausgeführt wird. Die Länge des Weges, welchen die Spindeln hierbei zurücklegen, d. h. des Kurbelhubes, wird derartig bemessen, dass die Fräser oberhalb und unterhalb des zu fräsenden, auf einem Tische in horizontaler Richtung aufgespannten Brettes eine kurze Zeit lang leer laufen; diese Frist dient dazu, durch Drehung einer Kurbel mit Theilscheibe und Wechselrädern den Tisch, auf dem das Arbeitsstück sich befindet, gemäss der Zinkentheilung vorzuschieben, damit das Fräsen von vier neuen Oeffnungen beginnen kann. Eine besondere Vorrichtung ermöglicht ein Auf- und Abgehen der Frässpindeln in geneigter Richtung, wenn Oeffnungen, wie in Fig. 93 *b*, gefräst werden sollen.

Mit Vortheil lässt sich eine Fräse mitunter auf einer Drehbank an Stelle des Drehstahles benutzen, wenn auf ornamentirten Gegenständen — Säulen, Tischfüssen u. a. — Nuthen eingearbeitet oder sonstige vertiefte Zeichnungen hergestellt werden sollen. Ausser der gewöhnlichen Leitspindel ist dann parallel derselben eine zweite Welle angeordnet, von welcher aus die Drehungsbewegung auf die im Supporte gelagerte Fräse übertragen wird. Eine solche *Drehbank mit Fräsvorrichtung* — mitunter nicht ganz richtig Copirdrehbank genannt — von F. Arbey in Paris

---

[1]) Abbildung und Beschreibung dieser Maschine, sowie auch des erwähnten Zinkenfräsapparates: Dingler, polytechnisches Journal, Band 193, Seite 177 und Band 235, Seite 337.

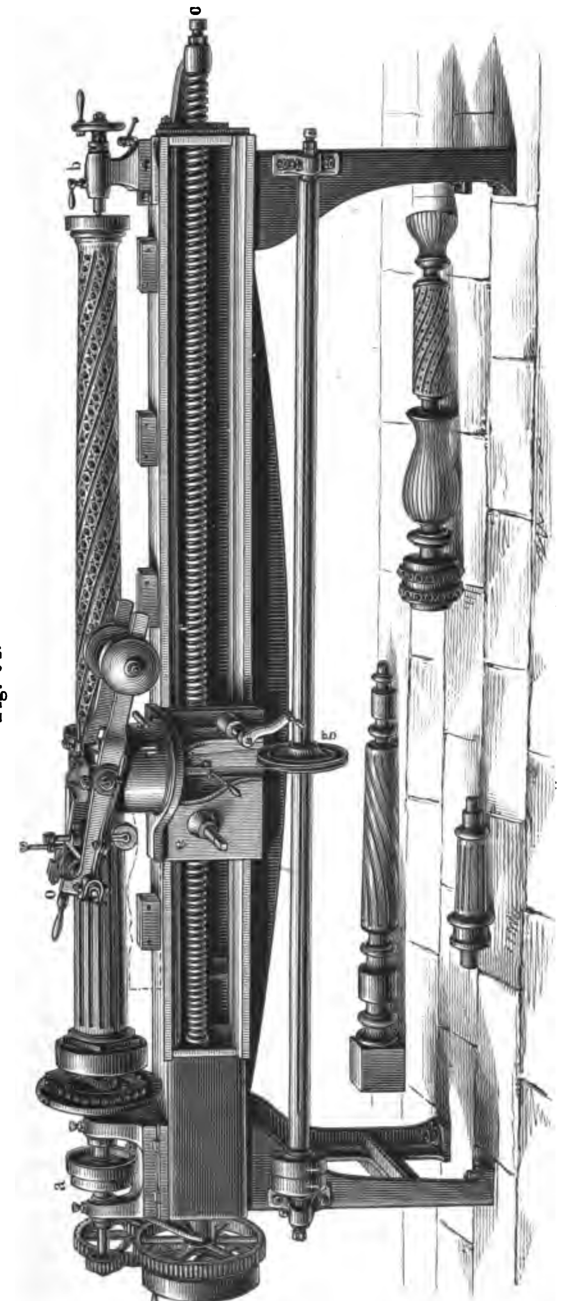


Fig. 94.

ist in Fig. 94 (a. v. S.) abgebildet. Wie jede gewöhnliche Drehbank enthält dieselbe links einen Spindelstock *a* und rechts einen Reitstock *b*, zwischen welchen das Arbeitsstück eingespannt wird; ausserdem die Leitspindel *c*, welche durch ein System von Wechselrädern von der Drehbanksspindel aus in Drehung versetzt wird; und es ist leicht einzusehen, dass man durch Umtausch jener Räder das Verhältniss zwischen den Umdrehungszahlen beider Spindeln und somit auch das Maass des Vorschubes des von der Leitspindel aus bewegten Supportes per Umdrehung des Arbeitsstückes in sehr weiten Grenzen variiren kann. Sollen z. B., wie auf dem in der Abbildung eingespannten Arbeitsstücke, steile, schraubengangförmige Nuthen eingefräst werden, so muss die Leitspindel, deren Gewinde flacher ist, sich rascher drehen als die Drehbanksspindel. Das Werkzeug (Schneidrad) befindet sich bei *o* auf dem Ende einer zwischen zwei Hebeln befestigten Welle; die Hebel schwingen ihrerseits um Drehungszapfen an dem hohlen Cylinder *d*, der innerhalb des Schlittens *e* um seine senkrechte Achse drehbar ist und mit Hülfe einer an der rechten Seite befindlichen Klemmschraube sich in jeder Stellung befestigen lässt. Man ist dadurch im Stande, dem Werkzeuge eine verschiedene Stellung gegen das Arbeitsstück zu geben. Der Schlitten *e* trägt wie gewöhnlich eine Schraubenmutter, die durch Drehung der Leitspindel geradlinig in der Richtung der Drehbanksachse fortgeschoben wird und diese Bewegung auf den ganzen Support überträgt. Zur raschen Zurückführung des letzteren von Hand dient die kleine, an der rechten Seite des Schlittens sichtbare Handkurbel, welche ein kleines Getriebe im Eingriffe mit einer Zahnstange im Bette der Maschine bewegt, nachdem zuvor die Schraubenmutter im Innern des Schlittens aus ihrem Eingriffe mit der Leitspindel befreit ist. Die Drehung des Werkzeuges nun wird von der unterhalb des Bettes gelagerten Welle aus bewirkt, welche von der Deckentransmission aus durch die beiden kleinen Riemenscheiben *ff* (die eine derselben ist Losscheibe) ihre Bewegung erhält und dieselbe vermittelst des Schnurrädchens *g* auf die Frässpindel fortpflanzt. Es ist in der Abbildung erkennbar, wie die Schnur durch den Cylinder *d* hindurch und oberhalb desselben über eine Leitrolle nach der Frässpindel geführt ist. Die Rolle *g* wird durch einen am Supportschlitten *e* angebrachten Arm mitgenommen, wenn dieser seinen Vorschub ausführt und ist zu diesem Zwecke auf ihrer mit langer Nuth versehenen Welle verschiebbar.

Sollen unregelmässig profilirte Gegenstände bearbeitet werden — Treppendocken, wie sie unterhalb der abgebildeten Maschine liegend gezeichnet sind, u. a. — so wird zwischen den auf dem Bette der Maschine angebrachten Leisten eine Schablone eingespannt (durch Punktirung in der Abbildung angedeutet), welche dem Profile des Arbeitsstückes entsprechend ausgeschnitten ist, und auf deren nach oben gerichtete, profilirte Kante sich die als Träger der Frässpindel dienenden Hebel mit Hülfe eines Röllchens stützen, so dass die Fräse während ihres Vorschubes, gemäss der Form der Schablone, abwechselnd gehoben und gesenkt wird.

Wie man mit Hülfe dieser Maschine schraubengangförmige Linien einfräsen könne, wurde schon oben erwähnt; sollen Cannelüren parallel der Achse eingearbeitet werden, so wird die Bewegung des Arbeitsstückes ganz ausgeschaltet und nur das Werkzeug bewegt, u. s. f. Die am linken Ende der Leitspindel befindliche Theilscheibe hat den Zweck, eine Verstellung des Arbeitsstückes oder Werkzeuges um ein bestimmtes Maass nach beendigtem Durchgange zu bewirken, wenn parallele Vertiefungen in vorgeschriebenem Abstande von einander ausgefräst werden sollen. Es wird unschwer verständlich sein, wie sich auch regelmässig unterbrochene Linien (z. B. die Vertiefungen auf dem rechten Ende des auf der Bank befindlichen Säulenschaftes) mit Hülfe der Theilscheibe in grosser Regelmässigkeit herstellen lassen. Der kleine Handhebel an der vorderen Seite des Frässpindelsupportes dient hierbei zum Zurückziehen der Frässpindel, sobald sie ausser Eingriff kommen soll; eine Feder drückt sie wieder gegen das Arbeitsstück, wenn man den Hebel loslässt.

In ähnlicher Weise als die eigentliche Drehbank lässt sich auch eine Fräsmaschine mit Einrichtungen versehen, welche die Herstellung von getreuen Copien nach einem vorhandenen Modelle ermöglichen; und die Eigenthümlichkeit der Fräse, insbesondere die stattfindende Drehung derselben, gestattet in diesem Falle eine noch grössere Mannigfaltigkeit der zu copirenden Formen als es bei der Copirdrehbank mit einfachem Schneidstahle der Fall ist. Ordnet man nun bei einer solchen *Copirfräsmaschine* (häufig als Copirdrehbank benannt) mehrere gleiche Fräsen auf derselben Spindel und ebenso viele einzelne Umtriebsmechanismen für die Arbeitsstücke an, so lässt sich auch eine grössere Zahl gleicher Gegenstände bei einmaligem Durchgange der Maschine nach dem einen Modelle gleichzeitig herstellen; und es eignen sich aus diesem Grunde solche Copirmaschinen ausserordentlich gut zur Massenanfertigung verschiedener unregelmässig geformter Holzwaaren: Axthelme, Radspeichen, Büchsenschäfte, Holzschuhe u. a. m.

Ein Beispiel von der äusseren Anordnung einer solchen Copirmaschine möge die Abbildung Fig. 95 (a. f. S.) geben, eine von F. Arbey in Paris gebaute derartige Maschine darstellend. Auf dem gusseisernen, in horizontalen Führungen gleitenden Tische a sind an der rechten Seite sieben Spindelstöcke und diesen gegenüber ebenso viele Reitstöcke angeordnet. Letztere sind, damit die Maschine für Arbeitsstücke von verschiedener Länge benutzt werden könne, in Längsnuthen des Tisches verschiebbar und werden durch je eine Schraube, deren Kopf in jenen Nuthen gleitet, in dem erforderlichen Abstande von den Spindelstöcken festgehalten. Zwischen dem mittelsten dieser sieben Spitzenpaare wird das zu copirende Modell, zwischen den übrigen werden die sechs zu bearbeitenden Holzstöcke eingespannt. Oberhalb des Tisches schwingt in horizontalen Zapfen der gusseiserne Rahmen b; an der vorderen Seite trägt derselbe eine horizontale Welle, an welcher oberhalb jedes der

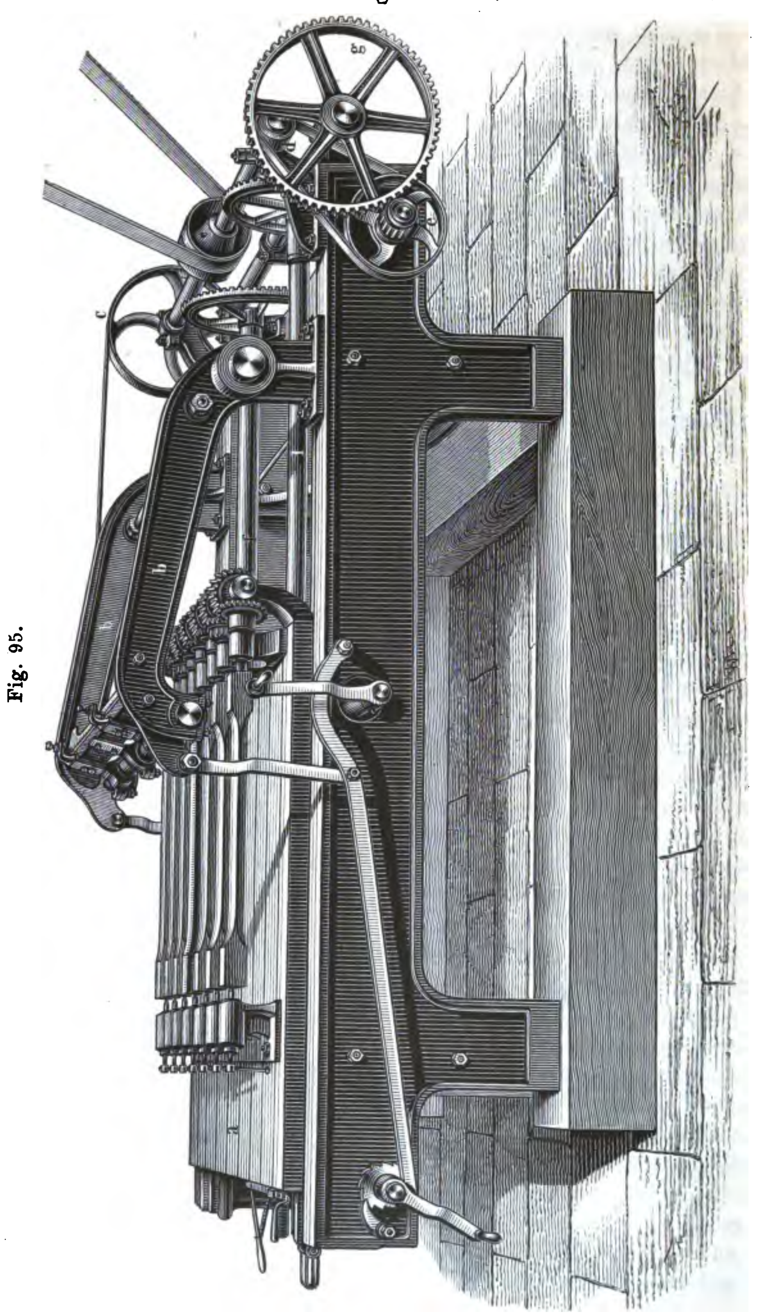


Fig. 95.

erwähnten Arbeitsstücke ein Schneidrädchen befestigt ist, während sich oberhalb des Modelles eine glattrandige Scheibe (Taster oder Fühler) von dem Durchmesser der Schneidräder befindet, deren Rand auf der Oberkante des Modelles gleitet, so dass bei der Drehung des Modelles um seine Achse sämmtliche Fräsen congruente Querschnitte in den betreffenden Arbeitsstücken ausarbeiten. Findet nun ein allmäliger Vorschub des Tisches mit den darauf befindlichen Arbeitsstücken unter dem Rahmen hindurch statt, so wird in solcher Weise unter jeder der Fräsen eine getreue Copie des Modelles entstehen. Die besprochenen Bewegungen werden auf die einzelnen Theile der Maschine von der am rechten Ende derselben befindlichen Antriebswelle aus übertragen, welche zur Aufnahme der Bewegung von der Deckentransmission mit Los- und Festscheibe versehen ist. Von der am hinteren Ende dieser Welle befindlichen Riemenscheibe *c* geht nun zunächst ein Riemen nach einer, auf der jenseits des Rahmens verlängerten Frässpindel befestigten, in der Abbildung durch den Rahmen verdeckten, kleinen Riemenscheibe und versetzt somit die Frässpindel in entsprechend rasche Drehung. Eine andere kleine Riemenscheibe *d* auf dem diesseitigen Ende der Antriebswelle pflanzt die Bewegung auf die untere Riemenscheibe *e* fort. Von der Welle dieser letzteren aus wird durche ein Paar Winkelgetriebe die Welle *f* angetrieben, die nun durch abermalige Zahnradübersetzung die an dem rechten Ende des Tisches gelagerte und von diesem mitgenommene Querwelle treibt, von welcher aus in der leicht ersichtlichen Weise durch sieben Getriebepaare sämmtliche Spindeln ihre Drehung empfangen, um sie nunmehr auf das Modell und die Arbeitsstücke zu übertragen. Damit in jeder Stellung des Tisches diese Bewegungsübertragung gesichert bleibe, ist die Welle *f* in ihrer ganzen Länge genuthet, und das auf derselben sitzende Getriebe wird von dem Tische bei seiner Fortbewegung mitgenommen. Neben der Riemenscheibe *e* ist ferner auf derselben Welle ein kleines Getriebe befestigt, im Eingriffe stehend mit dem Stirnrade *g*, welches eine horizontale Querwelle treibt. Durch ein Paar Winkelgetriebe erhält von dieser aus die Leitspindel *l* eine langsame Drehung und ertheilt durch Schraube und Mutter dem Tische in der bekannten Weise den Vorschub.

12. Das Abziehen.

Um fertigen, mit dem Hobel oder anderen Werkzeugen bearbeiteten Holzgegenständen eine noch glättere Fläche zu verleihen, unterwirft man sie dem Abziehen, d. h. einer Bearbeitung durch Schaben mit Hülfe eines einfachen Werkzeuges, welches Ziehklinge genannt wird. Dasselbe besteht aus einem $^1/_2$ bis 1 mm starkem, 50 mm breitem, 150 mm langem hartem Stahlbleche, von dessen vier Seiten die beiden langen geradlinig, die kurzen bisweilen in gleicher Richtung (die eine convex, die andere

concav) gekrümmt sind, so dass man auch profilirte Flächen mit denselben bearbeiten kann. Die Kanten der Ziehklinge werden auf dem Schleifsteine unter rechtem Winkel gegen die breiten Flächen geschliffen, dann mit einem glatten, glasharten Werkzeuge, dem sogenannten Ziehklingenstahle [1]), bestrichen, wodurch ein gegen die breiten Flächen aufstehender feiner Grat aufgeworfen wird, welcher die Wirksamkeit der Ziehklinge bedingt und von Zeit zu Zeit erneuert werden muss. Beim Gebrauche wird die Ziehklinge schräg gegen die zu bearbeitende Fläche und derartig aufgesetzt, dass ihre Längenrichtung die Fasernrichtung des Holzes unter schiefem Winkel kreuzt, und von dem Arbeiter unter ausreichendem Drucke gegen sich hin, d. h. nach derjenigen Richtung geführt ist, nach welcher die Klinge mit der Fläche des Arbeitsstückes einen spitzen Winkel einschliesst. Dieselbe Arbeit wird mehrmals, und das letzte Mal unter schwächerem Drucke wiederholt, um eine grössere Glätte hervorzubringen.

13. Geräthe zum Schleifen.

Man bezeichnet mit dem Ausdrucke „Schleifen“ die Abnahme von Spänchen mit Hülfe eines Werkzeuges, welches entweder unmittelbar dem Mineralreiche entstammt und in diesem Falle Schleifstein genannt wird, oder mit einer mineralischen Substanz überzogen ist, welche die Spanbildung veranlasst. In beiden Fällen sind es zackenartige Vorsprünge auf der Oberfläche des schleifenden Werkzeuges, welche als Schneiden wirken, und von deren Form, Grösse und Abstand von einander die Wirkung des Werkzeuges abhängt, so dass die letztere derjenigen einer feinen Raspel ganz ähnlich ist. Während aber bei Verarbeitung der Metalle die Arbeit des Schleifens eine erhöhte Wichtigkeit durch den Umstand erlangt hat, dass stählerne Werkzeuge durch die härteren Metalle rasch abgenutzt werden und häufig kostspielig in ihrer Herstellung sind (Feile, Fräse), fällt bei der Bearbeitung des weicheren Holzes diese Rücksicht weniger in Betracht; bei der eigenthümlichen Structur des Holzes aber würden tiefer greifende Formveränderungen durch Schleifen überhaupt nur mit sehr grossem Zeitaufwande oder unvollkommenem Erfolge möglich sein, da die unregelmässige und verhältnissmässig stumpfe Form der einzelnen Schneiden ein Zerreissen der Fasern herbeiführen würde, wenn man zur Beschleunigung der Arbeit stärkere Späne nehmen wollte. Aus diesem Grunde findet bei Holzarbeiten das Schleifen nur dann Verwendung, wenn es sich um eine letzte Voll-

---

[1]) Derselbe hat die Form einer glatt geschliffenen Feile ohne Hieb mit ovalem Querschnitte und ist wie diese in ein Heft gefasst. Nicht selten bedient man sich einer abgenutzten Feile mit abgeschliffenem Hiebe.

endung (Glätten) schon bearbeiteter Flächen durch Abnahme höchst feiner Spänchen handelt; oder in einem besonderen Falle, wenn eine Zertheilung des Holzes in Spänchen (welche als Material für weitere Verarbeitung dienen sollen) durch Zerreissung der Fasern beabsichtigt wird (siehe „Holzstofffabrikation“ im speciellen Theile). Für den letzteren Zweck des Schleifens pflegen rotirende, scheibenförmige Schleifsteine von gröberem Korne benutzt zu werden, welche ihre Bewegung durch Wasser- oder Dampfkraft erhalten; für den ersteren Zweck dagegen finden wir vorzugsweise folgende Schleifmittel in Anwendung:

a. Bimsstein, jenes bekannte, poröse Erzeugniss der Vulkane, grösstentheils aus Kieselerde und Thonerde bestehend, durch seine, selbst im feinsten Pulver noch fühlbare Rauhigkeit — gleichbedeutend mit scharfkantiger Beschaffenheit — als vorzügliches Schleifmittel auf Holz und selbst auf mässig harten Metallen geeignet. Beim Schleifen ebener Flächen pflegt man ihn in ganzen Stücken zu benutzen, welche man in brauchbarer Form erhält, indem man einen grösseren Stein mit einer alten Säge zertheilt und dann die mit Oel befeuchteten Schnittflächen an einander reibt, bis sie eben geworden sind. Bei der Benutzung wird das Holz mit Leinöl oder Leinölfirniss, seltener mit Talg oder Schweinefett, bestrichen und der Stein unter mässigem Drucke quer gegen die Fasern hin und her, oder im Kreise herum geführt. Durch die erwähnten fettigen Substanzen wird das entstehende Schleifmehl zu einer breiartigen Masse vereinigt, welche sich hinter die einzelnen feinen Schneidkanten des Steines setzt und solcherart das tiefere Eindringen derselben verhindert, also die Entstehung eines feineren Schliffes befördert. Leinöl hat gegenüber dem Leinölfirniss den Nachtheil, dass in den Poren des damit geschliffenen Holzes ein Theil desselben zurückbleibt und erst später herausschwitzt, wodurch, wenn das Holz nach dem Schleifen polirt war (z. B. bei Möbeln), jene bekannten glanzlosen Flecke auf der Politur entstehen; Leinölfirniss dagegen trocknet nach kurzer Zeit zu einer festen Masse ein, hat aber die Eigenschaft, die Farbe des Holzes stärker als Oel zu verdunkeln. Mitunter wird ein Gemisch von Leinölfirniss mit Terpentinöl zu demselben Zwecke gebraucht. Den geringsten Einfluss auf die Farbe übt unter den angegebenen Substanzen Talg, und man gebraucht es deshalb vorzugsweise in solchen Fällen, wo — wie z. B. bei Mahagonimöbeln — die Farbe möglichst vor dem Nachdunkeln geschützt werden soll. Mit Wasser — durch welches allerdings die Farbe ganz unbeeinflusst bleibt — schleift man in Rücksicht auf die bekannten nachtheiligen Einwirkungen der Feuchtigkeit auf die in ihrer Form fertigen Holzgegenstände nur dann, wenn weisse Holzarten, deren Farbe unverändert bleiben soll, als Material benutzt worden waren.

Zum Schleifen profilirter Flächen, auf welchen ein Stein nicht anwendbar sein würde, wird der Bimsstein in Form eines feinen geschlämmten oder gesiebten Pulvers verwendet, welches mit Leinöl oder Baumöl vermischt und mit Hülfe eines leinenen Lappens oder auch — sofern es die

Form des Arbeitsstückes zulässt — mit Hülfe eines Stabes aus weichem Holze auf demselben verrieben wird.

Sofort nach beendigtem Schleifen mit Fett wird in jedem Falle zur Entfernung des zurückgebliebenen Schleifstaubes und Fettes die geschliffene Fläche zunächst mit Sägespänen abgerieben, alsdann aus einem Leinwandsäckchen mit Kreidepulver, Ziegelmehl oder Tripel [1]) bestäubt, hierauf mit einem Filzstücke oder wollenem Lappen abgerieben und schliesslich mit feiner Leinwand sorgfältig gereinigt.

b. Schachtelhalm. Die an Kieselsäure reichen, rauhen Stengel dieser Pflanze werden mässig getrocknet und mit den Fingern entweder einzeln oder zu mehreren neben einander auf dem Arbeitsstücke hin und her geführt.

c. Sandpapier und Glaspapier, durch Bestreuen von Papier, welches mit dünnem Leime bestrichen war, mit scharfkantigem Quarzsande oder gestossenem Glase hergestellt, ist in verschiedenen Abstufungen der Feinheit käuflich zu haben und bildet ein ausserordentlich bequemes Schleifmittel für Holz, besonders auf profilirten Oberflächen statt des unbequemen Schachtelhalms. Es wird trocken verwendet.

Beim fabrikmässigen Schleifen von Arbeitsstücken mit ebenen oder wenig gekrümmten Flächen überzieht man eine rasch rotirende, durch Elementarkraft getriebene Holzscheibe zunächst mit Filz, darüber mit Sandpapier, und erhält solcherart eine Schleifmaschine. Der zu schleifende Gegenstand wird entweder aus freier Hand oder auf einem geradlinig bewegten Tische an der ebenen oder cylindrischen Fläche der Scheibe vorbeigeführt. Bei einer neueren, noch zweckmässigeren Construction der Schleifmaschinen ist die horizontale Schleifscheibe, deren untere Stirnfläche zum Schleifen bestimmt ist, an einer senkrechten Welle, diese aber an dem vorderen Ende eines krahnartigen, drehbaren Auslegers befestigt. Derselbe ist ungefähr in der Mitte seiner Länge getheilt und das vordere, die Schleifscheibe tragende Ende wiederum selbstständig drehbar. Die Bewegungsübertragung wird durch zwei Riemenscheibenpaare vermittelt, die sich auf den Drehungsachsen befinden, so dass die Schleifscheibe, ohne dass ihre Drehung gehindert wird, an jeder Stelle der von dem Ausleger bestrichenen kreisförmigen Fläche zum Angriffe gebracht werden kann [2]).

[1]) Unter dem Ausdrucke Tripel versteht man in der Natur vorkommende feine Pulver kieseliger, thoniger oder kalkiger Beschaffenheit; Bimsstein, welcher durch Wasserfluthen geschlämmt war; mikroskopische Schaalthiergehäuse u. a. m.

[2]) Dingler, Polyt. Journal, Band CCXXIX, Seite 321.

Literatur über die Werkzeuge und Maschinen für Trennungsarbeiten.

K. Karmarsch, Handbuch der mechanischen Technologie. Fünfte Auflage, herausgegeben von E. Hartig. Hannover 1875, Bd. I, S. 682 bis 742; über Schleifen und Schleifmittel S. 775 bis 777. (Ohne Abbildungen.)

Karmarsch und Heeren, Technisches Wörterbuch. Dritte Auflage, herausgegeben von Kick und Gintl. Prag 1876 bis 1880. Artikel: Drehbank, Fräsmaschine, Hobel etc. (ist noch unvollendet).

Franz R. von Wertheim, Werkzeugkunde. Wien 1869.

Dieselbe enthält zahlreiche Abbildungen nebst Beschreibung der bei Verarbeitung des Holzes vorkommenden Werkzeuge und wurde in Vorstehendem mehrfach benutzt.

W. F. Exner, Die Handsägen und Sägemaschinen. Weimar 1878.

Ein vortreffliches Werk für das eingehendere Studium der Sägen.

H. Fischer, Die Holzsäge, ihre Form, Leistung und Behandlung in Schneidmühlen. Für die Praxis und für den Gebrauch in technischen Lehranstalten berechnet. Berlin 1879.

J. Richards, A treatise on the construction and operation of woodworking machines. London 1872.

M. Powis Bale, Wood-working machinery, its rise, progress and construction. London 1880.

Beide zuletzt genannten englischen Werke, aus der Feder von namhaften Fabrikanten von Holzbearbeitungsmaschinen, enthalten zahlreiche, gut ausgeführte Abbildungen (äussere Ansichten ohne Durchschnittszeichnungen), historische Notizen und werthvolle Winke für die Construction der einzelnen Theile der besprochenen Maschinen, setzen jedoch für ihr Verständniss schon eine Bekanntschaft mit der allgemeinen Einrichtung der Maschinen voraus. Die Abbildungen Fig. 80, 81, 92, 94, 95 dieses Buches sind dem letztgenannten (neueren) Werke entnommen.

Aug. Graef, Die moderne Bautischlerei. Neunte Aufl. Weimar 1878.

Enthält perspectivische Abbildungen zahlreicher amerikanischer und deutscher Werkzeugmaschinen nebst Notizen über Einrichtung derselben und Bezugsquellen.

Dritter Abschnitt.

Die Biegungs- und Dehnungsarbeiten.

I. Allgemeine Vorgänge und Arbeitseigenschaften.

Eine Formveränderung eines Holzstückes kann, sofern Trennung nicht eintreten soll, nur noch durch Verschiebung der Lage der kleinsten Theilchen (Moleküle) des Holzes gegen einander bewirkt werden. Der Kraft, welche eine solche Verschiebung bewirkt, setzt sich zunächst die Elasticität des Holzes entgegen; sobald jene Kraft aufhört, wirksam zu sein, führt die Elasticität die Moleküle wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück und stellt solcherart die erste Form des Körpers wieder her. Wird hierbei jene Kraft und mit derselben die von ihr bewirkte Formveränderung in einer Weise gesteigert, dass die Festigkeit des Materials überschritten wird, so tritt selbstverständlich Bruch oder Zerreissung ein. Hört nun aber bei irgend einem Körper jene Wirkung der Elasticität bei einer geringeren Beanspruchung auf, als dem Festigkeitsmodul des Materials entsprechen würde, liegt mit anderen Worten die Elasticitätsgrenze tiefer als die Festigkeit (wie es thatsächlich in mehr oder minder wahrnehmbarer Weise bei fast allen Körpern der Fall ist), so tritt, wenn unter Einwirkung einer äusseren Kraft die Elasticitätsgrenze überschritten wird, ohne dass der Körper über seine Festigkeit hinaus in Anspruch genommen ist, eine b l e i b e n d e Formveränderung ein.

Diese Eigenschaft der Körper, unter Einwirkung äusserer, eine Verschiebung der Moleküle gegen einander bewirkender Kräfte bleibende Formveränderungen zu ertragen, nennen wir D e h n b a r k e i t; es folgt aus dem soeben Gesagten, dass das Maass der Dehnbarkeit eines Körpers zum Theile abhängig ist von der Differenz zwischen Elasticitätsgrenze und Festigkeitsmodul.

Eine besondere Art der Dehnbarkeit ist die B i e g s a m k e i t; sie kommt alsdann zur Geltung, wenn jene, eine Formveränderung anstre-

bende Kraft den Körper — dessen Länge in diesem Falle beträchtlich zu seiner in der Richtung der Kraft gemessenen Stärke sein muss — auf Durchbiegung in Anspruch nimmt.

Dehnbarkeit und — für gewisse Verarbeitungen — Biegsamkeit sind demnach die wichtigsten Arbeitseigenschaften des Holzes hinsichtlich seiner Verarbeitung durch äussere Kräfte ohne Trennung. Leider aber sind diese Eigenschaften nur in sehr geringem Maasse vorhanden. Am wenigsten dehnbar ist das Holz bei seiner Beanspruchung durch Zugkräfte; sehr wenig durch Druckkräfte; am leichtesten noch gelingt die Verarbeitung durch Biegen, obschon auch hierbei ziemlich bald die Grenze der Festigkeit überschritten wird. Denn die Elasticität der meisten Hölzer ist, wie es schon auf S. 16 hervorgehoben wurde, ziemlich beträchtlich, die Elasticitätsgrenze liegt hoch, die Festigkeit aber ist verhältnissmässig gering und die Zahlenwerthe beider Eigenschaften liegen nahe bei einander; so kann von tiefgreifenden bleibenden Formveränderungen nicht die Rede sein.

Von grossem Einflusse aber auf die Festigkeit und mehr noch auf die Elasticitätsgrenze ist der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes. Feuchtes Holz ist zwar weniger fest, aber noch weit weniger elastisch als trockenes; jene für die Dehnbarkeit und Biegsamkeit so wichtige Differenz zwischen Elasticitätsgrenze und Festigkeit ist grösser, und demnach ist es, besonders bei der Verarbeitung durch Biegen, Regel, die Formveränderung im feuchten Zustande des Holzes vorzunehmen. Gewöhnlich aber ist der natürliche Feuchtigkeitsgehalt des frischen Holzes nicht ausreichend, demselben eine der beabsichtigten Formveränderung entsprechende Verarbeitbarkeit zu ertheilen; man erhöht dieselbe also, indem man das Holz in Wasser — am besten kochendes — einlegt; oder in noch wirksamerer Weise durch den auf S. 25 beschriebenen Process des Dämpfens.

II. Das Arbeitsverfahren.

1. Das Pressen (Prägen).

Wenn ein aus hartem Materiale gefertigter Stempel unter grossem Drucke gegen ein aus weicherem Materiale bestehendes Arbeitsstück geführt wird, so findet ein Zusammenpressen des letzteren statt, wobei es auf rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommen wird. Die Theilchen desselben suchen seitlich auszuweichen und treten theils, sofern dieses möglich ist, unter dem Rande des Stempels hervor, theils sammeln sie sich, sofern die wirksame Fläche des Stempels nicht eben, sondern mit erhabenen und vertieften Stellen versehen war, in den Vertiefungen,

einen genauen Abdruck derselben bildend, so dass sie sich von der Oberfläche des Arbeitsstückes als erhabene Stellen abheben. Derselbe Erfolg wird erreicht, wenn statt der Stempelfläche die Unterlage des Arbeitsstückes mit den Vertiefungen versehen war; sie pflegt in diesem Falle Matrize genannt zu werden, während der Stempel Patrize heisst. Sind sowohl die Matrize als die Patrize in jener Weise mit figürlichen, ornamentalen oder anderen vertieften Darstellungen bedeckt, so werden offenbar beide Seiten des Arbeitsstückes die entsprechenden erhabenen Abdrücke (Reliefs) erhalten.

Dieses bei Verarbeitung der Metalle häufig vorkommende Verfahren kann bei Verarbeitung des Holzes in Rücksicht auf die geringe Dehnbarkeit desselben durch Zusammendrücken nur in sehr beschränktem Maasse zur Anwendung gelangen. Man benutzt es bisweilen, um Reliefdarstellungen auf Leisten, Dosen u. s. w. anzubringen. Am geeignetsten hierzu ist Hirnholz; auf Langholz darf man, um nicht ein Zerdrücken der Fasern zu bewirken, nur mit erheblich geringerem Drucke arbeiten und erhält weniger scharfe Abdrücke. Sind die herzustellenden Reliefs sehr hoch, so lässt man schon bei der vorausgehenden Bearbeitung da, wo sie geprägt werden sollen (wo der Stempel mit Vertiefungen versehen ist), entsprechende Erhöhungen stehen.

Karmarsch beschreibt das Verfahren beim Pressen von verzierten Deckeln zu Tabaksdosen — eine jetzt allerdings seltene Fabrikation — folgendermaassen. Als Presse dient eine senkrechte Schraubenspindel mit steilem Gewinde, welche in einem gusseisernen Ständer mit Hülfe eines langen Hebels gedreht wird. Die herzustellenden Verzierungen sind als Vertiefungen auf einer aus Messing gefertigten Matrize angebracht, welche mit der verzierten Seite nach oben in einen eisernen, mit Messing gefutterten und glatt ausgedrehten, nach oben sich schwach conisch erweiternden Ring gelegt wird. Der letztere hat den Zweck, ein seitliches Ausweichen der Holztheilchen unter dem Drucke des Stempels zu verhüten (wodurch die Prägung weniger scharf und die Aussenkanten des Arbeitsstückes unrund ausfallen würden). Das zu pressende Holzstück muss deshalb ziemlich genau in den Ring hineinpassen. Während der Arbeit steht der letztere auf einer dicken Gusseisenscheibe, welche zuvor so stark erhitzt worden ist, dass darauf gespritztes Wasser unter Zischen verdampft; auf die in dem Ringe liegende Matrize wird die Holzscheibe gelegt, auf diese eine 8 mm starke Messingscheibe, dann eine erhitzte, bequem in den Ring passende Eisenplatte, ein eiserner Cylinder von etwas kleinerem Durchmesser als die Oeffnung des Ringes, zu oberst eine dicke viereckige Eisenplatte, auf welche die Pressschraube drückt. Das Zusammensetzen aller dieser Theile geschieht so rasch als möglich, damit die erhitzten Eisenplatten sich nicht abkühlen. Die Schraube wird nun abwärts gedreht und nach Verlauf von einigen Minuten, während welcher Zeit die Wärme der Eisenplatten sich den übrigen Stücken mittheilen muss, mit voller Kraft von zwei oder drei Personen angezogen.

Wieder nach einigen Minuten wird die Schraube um etwa ein Viertel ihres Umganges zurückgedreht und sogleich von Neuem so stark als möglich zugeschraubt. Nach dem Erkalten löst man die Schraube, dreht den Ring um, so dass die grössere Oeffnung sich unten befindet und presst vermittelst eines Holzpfropfens die Matrize sammt dem Arbeitsstücke heraus.

Furniere versieht man mit Reliefdarstellungen durch Pressen zwischen zwei Metallplatten mit Hülfe einer Schraubenspindel; sollen aber regelmässig wiederkehrende Figuren in längerer Reihe dargestellt werden, so lässt man die Furniere zwischen zwei erwärmten Metallwalzen hindurchgehen, deren eine auf dem Umfange die anzubringenden Verzierungen vertieft enthält, während die zweite glatt oder, besser noch, mit entsprechenden Erhöhungen versehen ist. Im letzteren Falle werden die auf der Rückseite des gepressten Furniers entstehenden Vertiefungen mit Kitt ausgefüllt, bevor das Furnier auf das zu bekleidende Holz aufgeleimt wird.

2. Das Biegen.

Die Mechanik lehrt uns, dass beim Biegen eines Stabes oder einer Platte nur innerhalb einer einzigen Schicht des gebogenen Körpers — der neutralen Faser — die kleinsten Theilchen ihren Abstand von einander unverändert beibehalten; dass an der einen Seite der neutralen Faser — der convexen Seite — Ausdehnung, an der gegenüber liegenden — der concaven Seite — Zusammendrückung, Verkürzung stattfindet. Jene Ausdehnung in der Länge ist naturgemäss mit einer Verkleinerung des Querschnittes, jene Verkürzung mit einer Verdickung — Stauchung — des Querschnittes verbunden, wie sich unschwer an einem gebogenen Stabe von einigermaassen beträchtlicher Dicke beobachten lässt. Das Maass dieser Querschnittsänderungen muss mit dem Abstande von der neutralen Faser (welche bei symmetrischen Querschnitten bekanntlich durch den Schwerpunkt derselben geht) zunehmen; und je stärker die eintretenden Aenderungen sind, desto leichter wird selbstverständlich ein Zerreissen auf der convexen, ein Zerdrücken auf der concaven Seite eintreten. Hieraus erklärt sich die allgemein bekannte Thatsache, dass ein Körper um so leichter Biegungen erträgt, je geringer seine Dicke (in der Richtung der biegenden Kraft gemessen) ist.

In allen Fällen erhöht man, wenn Holz gebogen werden soll, die Biegsamkeit desselben, wie bereits erwähnt wurde, durch Einlegen desselben in Wasser oder Dämpfen; während aber dünne Holzstückchen (z. B. Weidenruthen für Korbmacherarbeiten) ohne allen Anstand ziemlich bedeutende Biegungen ertragen, ohne zu brechen, wächst die Schwierigkeit des Biegens aus den soeben erörterten Gründen mit der Dicke der Arbeitsstücke.

Ein früher häufiger als jetzt angewendeter Kunstgriff zur Herstellung gebogener Holzgegenstände mit dicken Querschnitten besteht darin, dass man dieselben aus mehreren einzelnen, parallel an einander gelegten Streifen aus dünnerem Holze bestehen lässt, welche vor dem Biegen zusammengelegt, in Leim gekocht, dann rasch gebogen und nun mit Hülfe einer einfachen mechanischen Vorrichtung so lange in ihrer Lage festgehalten werden, bis der Leim vollständig erhärtet ist. Je dünner hierbei die einzelnen Streifen sind, mit anderen Worten, aus je mehr einzelnen Stücken das Arbeitsstück zusammengesetzt ist, desto stärkere Biegungen vermag dasselbe zu ertragen. Ein solches Verfahren ist jedoch selbstverständlich nicht anwendbar, wenn die betreffenden Gegenstände der Nässe oder Feuchtigkeit ausgesetzt werden, welche die Bindekraft des Leimes aufheben würde.

Recht sinnreich dagegen ist das von den Gebrüdern Thonet in Wien erfundene und für die Anfertigung der bekannten Möbeln aus gebogenem, massivem Holze zuerst in Anwendung gebrachte Verfahren, um auch stärkere Holzstücke, nachdem dieselben gut gedämpft worden sind, bedeutenderen Biegungen zu unterziehen. Da die Zerreissungsfestigkeit des Holzes schwächer als die rückwirkende Festigkeit ist, so tritt, wie auch die Erfahrung lehrt, beim Biegen ein Zersplittern früher an der convexen als an der concaven Seite ein. Es kommt also darauf an, jene Querschnittsänderungen an der convexen Seite trotz der gleichbleibenden Biegung auf ein geringeres Maass zurückzuführen. Man erreicht diesen Zweck, indem man vor dem Biegen auf diejenige Seite des Arbeitsstückes, welche convexe Form erhalten soll, eine Eisenschiene auflegt und durch Schraubenzwingen an mehreren Stellen, jedenfalls aber an beiden Enden, mit dem Holze zu einem Ganzen verbindet. Wird die Eisenschiene umgebogen, so kann sich offenbar die convexe Seite des Holzes nicht stärker ausdehnen als die Schiene selbst, d. h. um ein sehr geringes Maass; die neutrale Faser ist gegen die convexe Seite hin verlegt, das gesammte Holz wird nunmehr zusammengedrückt, gestaucht.

Das Verfahren bei der Anfertigung jener gebogenen Möbeln ist demnach kurz folgendes. Aus einem Stamme Rothbuchenholz, welches sich als am geeignetsten für diesen Zweck bewährt hat, schneidet man auf einer Maschinensäge quadratische Stäbe, welche zunächst auf der Drehbank weitere Zurichtung erhalten. Alsdann wird jedes Holzstück in den Dampfkasten gebracht, längere Zeit der Einwirkung feuchten Wasserdampfes ausgesetzt, herausgenommen, rasch mit der Eisenschiene ausgerüstet, mit Hülfe einer Maschine [1]) oder von Hand gebogen und in eine gusseiserne, rinnenartige Form eingelegt, deren Profil natürlich genau der Gestalt des Möbeltheiles entspricht. In dieser Form wird das

---

[1]) Abbildungen solcher Maschinen findet der Leser in dem unter „Literatur" erwähnten Büchlein von Dr. W. F. Exner.

Holz in eine Trockenkammer gebracht und bei etwa 40° C. 24 Stunden oder länger getrocknet. Alsdann wird das gebogene Arbeitsstück aus der Form herausgenommen und von dem Eisenpanzer befreit.

Ausser für Möbeln findet das Biegen des Holzes Anwendung zur Herstellung von Radfelgen, welche in Amerika aus dem Holze des Hickory-Nussbaumes massenweise gefertigt und nach Europa exportirt werden; ferner — ebenfalls beim Wagenbau — für die Herstellung der gewölbten Wände des Wagenkastens wie der Gabeltheile bei einspännigen Fuhrwerken u. s. w.

Literatur über Biegungs- und Dehnungsarbeiten.

Karmarsch-Hartig, Handbuch der mechanischen Technologie, 5. Auflage. Hannover 1875. Seite 748 (Pressen).

W. F. Exner, das Biegen des Holzes, ein für Möbelfabrikanten, Wagen- und Schiffbauer wichtiges Verfahren. Mit Holzschnitten im Texte und zwei Figurentafeln. Zweite Auflage. Weimar 1880.

Vierter Abschnitt.

Die Zusammenfügungsarbeiten.

Der Fall, dass ein Gebrauchsgegenstand aus mehreren einzelnen Arbeitsstücken zusammengefügt wird, welche gewöhnlich schon vor der Zusammenfügung ein jedes einzeln bearbeitet worden waren, häufig aber auch nach derselben noch einmal gemeinschaftlich bearbeitet werden, ist bei Holzarbeiten ausserordentlich häufig. Mitunter ist es schwierig, aus einem einzigen Holzstücke die Anfertigung zu bewirken; oder es sollen verschiedene Holzsorten zu einem Ganzen vereinigt werden; oder, was am häufigsten ist, die Rücksichten auf die früher (S. 17) besprochenen Folgen des Schwindens und Quellens des Holzes machen eine Zusammenfügung aus mehreren Theilen unerlässlich; oder endlich die verschiedene Festigkeit des Holzes in der Längen- und Querrichtung lässt eine Zusammensetzung in solcher Weise nothwendig erscheinen, dass nach jeder Richtung hin die erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen das Zerbrechen gewahrt bleibt.

Die Methoden für die Zusammenfügung sind ziemlich mannigfach. In sehr vielen Fällen beruht dieselbe auf der Anwendung eines zwischen die zu verbindenden Holzstücke im flüssigen Zustande gebrachten und alsbald in den festen Zustand übergehenden Bindemittels, welches an dem Holze adhärirt[1] (Adhäsionsverbindungen); in anderen Fällen werden durch umgelegte und gespannte Reifen die einzelnen Holztheile zusammengehalten, wie z. B. bei allen Bötticherarbeiten (Zwängverbindungen); in noch anderen Fällen sind es fremdartige Körper (Nägel, Dübel, Schrauben), welche, durch entsprechende Löcher der zu verbindenden Theile hindurchgehend und auf irgend eine Weise in denselben

---

[1]) Adhäsion ist im Wesentlichen nichts Anderes als eine durch innige Berührung hervorgerufene Anziehung der Moleküle zweier Körper.

festgehalten, das Zusammenhalten bewirken (Stiftverbindungen); oder endlich, die zu vereinigenden Theile selbst sind derartig geformt, dass sie, in geeigneter Weise in einander gesteckt oder an einander gelegt, gegenüber den auf sie wirkenden Kräften einen ausreichenden Zusammenhalt darbieten (Formungsverbindungen oder Holzverbindungen im engeren Sinne).

I. Adhäsionsverbindungen.

1. Leimen.

Man versteht bekanntlich unter der Bezeichnung Leim eine aus thierischen Abfällen — Knochen, Häuten etc. — bereitete Substanz, welche in kaltem Wasser aufschwillt, indem sie die 15- bis 16fache Menge desselben aufnimmt, in heissem Wasser aber sich zu einer mehr oder minder dünnen Flüssigkeit löst, die beim Erkalten gelatinirt. Ein Gehalt von 1 Proc. Leim genügt schon, der Lösung die Eigenschaft des Gelatinirens zu ertheilen, dieselbe verringert sich jedoch allmälig bei öfter wiederholtem Erhitzen und Erkaltenlassen.

Jene heisse Leimlösung besitzt nun ein kräftiges Adhäsionsvermögen an Holz und anderen Körpern, daneben die andere Eigenschaft, beim Erkalten theils in Folge einer Verdunstung des Wassers, theils durch einfachen Uebergang in einen anderen Aggregatzustand — das erwähnte Gelatiniren — rasch starr und fest zu werden; beide Eigenschaften vereinigen sich, ihn zu einem vielbenutzten Bindemittel für Holzarbeiten zu machen.

Man pflegt im Wesentlichen zwei Sorten Leim im Handel zu unterscheiden: den gewöhnlichen Tischlerleim, von brauner Farbe, durchscheinend, glänzend, hart und spröde; und den weissen Cölnischen, Eschweger oder Russischen Leim, undurchsichtig, von hellgelber Farbe, durch Zusatz von 4 bis 8 Procent Zinkoxyd oder Bleiweiss nebst Kreide zu gewöhnlichem Tischlerleim, wodurch das Klebvermögen desselben erhöht werden soll, dargestellt. Eine dritte Sorte — der sogenannte Patentleim — wird aus Knochen dargestellt und enthält von der Bereitung her einige Procente von Calciumphosphat, Calciumcarbonat etc., welche ihm ein milchiges Aussehen geben. Endlich ist des für Holzverbindungen allerdings weniger geeigneten, übrigens aber häufig benutzten flüssigen Leimes zu gedenken, welcher durch Behandlung von gewöhnlicher Leimlösung mit Salpetersäure dargestellt wird, die Eigenschaft zu gelatiniren, zugleich aber auch an Klebkraft verloren hat.

Die Zubereitung des Leimes geschieht in bekannter Weise, d. h.

durch Erhitzen zum Sieden des vorher mit Wasser einen Tag lang geweichten Leimes, bis vollständige Lösung entstanden ist. Kocht man auf freiem Feuer, so muss durch fleissiges Rühren und Vermeidung einer allzu hohen Temperatur das Anbrennen auf's sorgfältigste vermieden werden, weil hierdurch die Klebkraft verringert wird; aus diesem Grunde ist das Kochen im Dampfbade oder Wasserbade besonders empfehlenswerth. Ersteres ist besonders für grössere Werkstätten, welche mit einer Dampfkesselanlage verbunden sind, geeignet; die gusseisernen Leimtöpfe hängen mit einem angegossenen Borde in kreisrunden Oeffnungen des Deckels eines cylindrischen oder ähnlich geformten Behälters, in welchen der heisse Dampf Zutritt hat, während das entstehende Condensationswasser durch ein U-förmig gebogenes Rohr am Boden abfliesst [1]). Ein Wasserbad dagegen lässt sich ohne Schwierigkeit in jeder kleinen Werkstatt einrichten. In einen eisernen oder kupfernen halbkugelförmigen Kessel, welcher wie gewöhnlich geheizt wird, hängt man den mit herumlaufendem Borde versehenen Leimtopf ein, so dass der Bord auf dem Rande des Kessels aufruht; die Abmessungen des Leimtopfes und Kessels müssen derartig sein, dass zwischen beiden an allen Seiten ein Zwischenraum von mindestens 20 mm bleibt, welcher mit Wasser gefüllt wird. Der Dampf entweicht zwischen den Rändern beider Gefässe. Eine solche Anordnung gewährt nicht allein den schon erwähnten Vortheil, dass das Anbrennen unmöglich gemacht ist, sondern der Leim wird auch, wenn man das Feuer erlöschen lässt, durch die von dem Wasser aufgenommene Wärme noch lange Zeit hindurch flüssig erhalten.

Damit die Verleimung die gehörige Festigkeit erhalte, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt werden. Zunächst müssen die zu verleimenden Flächen vollständig rein, schmutzfrei sein. Schon eine Berührung derselben mit den Fingern wirkt nachtheilig, da hierbei fast immer etwas Schweiss oder Fett auf dem Holze haften bleibt. Dass die Flächen genau auf einander schliessen müssen, ist selbstverständlich; jedoch haften Flächen, welche zuvor etwas rauh gemacht wurden, besser auf einander als ganz glatte, besonders wenn das Holz ein sehr dichtes Gefüge besitzt. Man bedient sich, um diese Rauhigkeit hervorzubringen, des auf S. 115 beschriebenen Zahnhobels. Der Leim darf weder zu dick noch zu dünn sein und wird heiss mit Hülfe eines Borstenpinsels aufgetragen. Ist das Holz sehr porös, so dass der Leim stark aufgesaugt wird, so empfiehlt es sich, dasselbe zuvor mit dünnem Leimwasser zu tränken. Die zu verbindenden Holzstücke müssen alsdann, sobald sie mit Leim bestrichen sind, rasch in die richtige Lage gegen einander gebracht und so lange fest zusammengepresst werden, bis der Leim erhärtet ist. Dieses Zusammenpressen ist zur Erzielung einer haltbaren Verbindung unerlässlich und erfüllt den anderen Zweck, die Fuge möglichst dünn, also wenig

---

[1]) Derartige Dampfleimöfen von bewährter Einrichtung liefert u. A. die Chemnitzer Werkzeugmaschinenfabrik in Chemnitz.

sichtbar zu machen. Man benutzt dazu die schon im ersten Abschnitte beschriebenen Geräthe: Die Leimzwinge, den Leimknecht oder die Presse (S. 35 und 36).

Wenn das Leimen gut gelungen ist, giebt es eine bei ruhiger Belastung ziemlich feste, Stössen allerdings nur ungenügend widerstehende, Verbindung. Hirnholz auf Hirnholz geleimt hält hierbei besser als Aderholz auf Aderholz, gleichviel, ob in letzterem Falle die Adern parallel laufen oder sich kreuzen. Die Zerreissungsfestigkeit der Leimfuge in der Richtung rechtwinklig gegen die verleimten Flächen beträgt per Quadratmillimeter nach Karmarsch:

für Hirnholz auf Hirnholz:

bei Weissbuchen-, Tannen- und Ahornholz circa	1,00 kg
„ Eichenholz	1,22 „
„ Rothbuchenholz	1,50 „

für Aderholz auf Aderholz:

bei Tannenholz	0,24 „
„ Eichenholz	0,55 „
„ Ahornholz	0,63 „
„ Weiss- und Rothbuchenholz	0,78 „

2. Kitten.

Unter dem Ausdrucke Kitte begreift man eine Anzahl fast immer aus Gemischen mehrerer Substanzen bestehender Körper, welche, seltener im flüssigen als in einem dickbreiigen Zustande verwendet, mit dem Leime die Eigenschaft gemein haben, an Holz und anderen Körpern zu adhäriren und nach kürzerer oder längerer Zeit zu erhärten. In einzelnen Fällen ist dieses Erhärten, wie beim Leime, eine Folge der Abkühlung, nachdem der Kitt zuvor durch Erwärmung in jenen für die Verwendung erforderlichen plastischen Zustand übergeführt worden war; in anderen Fällen wird der Kitt von vorn herein im kalten Zustande verwendet und die Erhärtung wird durch chemische Einwirkungen der mit einander vermischten Körper auf einander verursacht. Man benutzt die Kitte theils zur Ausfüllung grösserer Fugen, Oeffnungen, Fehlstellen u. dergl., theils zur Verbindung verschiedener Körper mit einander (Holz mit Glas u. a. m.).

Als einzelne Beispiele aus den zahlreichen Vorschriften für die Bereitung der Kitte zu verschiedenen Zwecken mögen folgende dienen.

Holzkitt, zum Verdichten der Fugen an Fässern und überhaupt in allen Fällen, wo gewöhnlicher Leim durch die Nässe aufgelöst werden würde: Tischlerleim wird mit der vierfachen Menge Wasser zu einem dicken Leime gekocht, dann mit Leinölfirniss [1]) versetzt (auf 1 Theil des

[1]) Leinölfirniss wird durch anhaltendes Kochen von Leinöl mit Bleiglätte oder Mennige bereitet.

ursprünglich verwendeten Leimes 0,56 Theile Firniss) und noch zwei bis drei Minuten unter Umrühren gekocht. Mit dieser heissen Flüssigkeit werden die Fugen verstrichen und dann bis zum Festwerden zusammengepresst.

Schiffleim, Marineleim, zur Verbindung von grobem Holzwerke beim Schiffbau, wird durch Auflösen von Kautschuk in Steinkohlentheeröl und Zusatz von Schellack dargestellt.

Füllkitt, zum Ausfüllen von Löchern etc., lässt sich durch Zusammenschmelzen von 1 Theil Kolophonium mit 2 Theilen gelbem Wachs und Einrühren von 2 Theilen feingepulvertem gebranntem Oker bereiten.

Glaserkitt, zum Einkitten von Glas in Holzrahmen, wird bereitet, indem man Leinölfirniss mit einem Gemische aus 3 Theilen Schlemmkreide und 1 Theil Bleiweiss in einem Mörser zu einer dicken Masse innig zusammenreibt. Der Zusatz von Kreide und Bleiweiss wird derartig bemessen, dass der fertige Kitt die richtige Consistenz erhält.

II. Zwängverbindungen.

Man benutzt hölzerne oder eiserne Ringe, welche um die zu verbindenden Holztheile herumgelegt werden und sie zusammenhalten. Der Durchmesser des Ringes im Lichten ist ein wenig kleiner als der äussere Durchmesser des aus Theilen bestehenden Arbeitsstückes; der Ring muss also, um überhaupt auf dem letzteren Platz zu finden, vermöge seiner Elasticität gespannt werden, und eben diese erzeugte Spannung, welche nun in radialer Richtung auf die verbundenen Holztheile wirkt und sie zusammenpresst, ist es, welche das feste Zusammenhalten derselben verursacht.

Für das Aufziehen des engeren Reifens giebt es verschiedene Kunstgriffe. Der Bötticher befestigt seine entweder aus gebogenem Holze oder Eisen gefertigten Reifen, indem er seinen Arbeitsstücken eine conische Form giebt und nun die Reifen mit dem Hammer in der bekannten Weise allmälig auftreibt.

Eiserne Reifen lassen sich auf cylindrische Körper (z. B. Räder) mit grosser Spannung aufziehen, indem man sie soweit erhitzt, dass sie in Folge der dadurch eintretenden Vergrösserung ihres Durchmessers willig über das Arbeitsstück hinübergehen, und dann auf demselben erkalten lässt. Hierbei ist jedoch eine theilweise Verkohlung des Holzes da, wo es vom Reifen berührt wird, selten ganz zu vermeiden. Dieser Uebelstand lässt bei fabrikmässiger Herstellung von Rädern u. s. w. folgendes von dem Amerikaner West erfundenes Verfahren zweckmässiger erscheinen. Man dreht den Reifen so weit aus, dass er oben über das Rad ge-

schoben werden kann, legt dann ein langes und starkes Stahlband, welches, wie eine grosse Uhrfeder spiralförmig zusammengerollt ist, um den Reifen, so dass es in mehreren Lagen über einander denselben umschliesst, und zieht nun mit Hülfe einer Schraube das äussere Ende desselben so fest an, dass eine thatsächliche Stauchung, d. h. bleibende Verkleinerung des Reifendurchmessers eintritt [1]).

III. Stiftverbindungen.

1. Das Verschrauben.

Diese Verbindung lässt sich in zweierlei Weise ausführen.

In dem einen Falle wendet man eine Schraube mit Kopf und Mutter an, bohrt durch die zu verbindenden Holzstücke ein durchgehendes Loch, durch welches der Schraubenbolzen hindurchgesteckt wird und schraubt dann die Mutter auf das herausstehende Ende auf. Damit der Kopf und die Mutter sich nicht in das Holz hineindrücken, wodurch die Verbindung locker werden würde, legt man Unterlagsscheiben aus Eisenblech ein. Wenn das Holz schwindet, muss die Mutter nachgezogen werden. Diese Verbindung kommt vorzugsweise für Zimmermannsarbeiten, maschinelle Constructionen aus Holz u. s. w. zur Anwendung.

In dem anderen Falle dienen eigentliche Holzschrauben (ohne Schraubenmutter) zur Herstellung der Verbindung. Diese Holzschrauben haben sehr dünne, und dadurch weit aus einander liegende tiefe Gewinde mit so scharfem Rande, dass, wenn die Schraube innerhalb eines vorgebohrten Loches von dem Durchmesser des Schraubenkernes (d. h. der Schraube ohne die Gewinde) gedreht wird, sie sich selbst ihre Schraubengänge innerhalb des Holzes schneidet. Das Holzstück selbst, in welches die Schraube eingedreht wird, bildet also gewissermaassen die Schraubenmutter; um aber ein Ausreissen der Schraube (unter Abscheerung des zwischen den Gängen befindlichen Holzes) nach Möglichkeit zu erschweren, müssen eben bei der verhältnissmässig geringen Festigkeit des Holzes die Gänge der Schraube, wie erwähnt, tief und dünn sein, so dass zwischen ihnen möglichst viel Holz stehen bleibt. Um das Einschneiden in's Holz zu erleichtern, laufen die Holzschrauben vom Kopfe nach dem vorderen Ende hin conisch zu; da von den beiden zu verbindenden Holzstücken nur das eine Gewinde zu erhalten braucht, so ist auch der am Kopfe befindliche stärkere Theil der Schraubenspindel ohne Gewinde. Die Köpfe der Holzschrauben pflegen kegelförmig gestaltet (so dass sie beim Anziehen der Schraube sich in das weiche Holz eindrehen) und

[1]) Polytechnisches Centralblatt 1873, Seite 1072 (nebst Abbildung).

auf der oberen breiten Fläche mit einem diametralen Einschnitte versehen zu sein, in welchem der bekannte, zum Ein- und Ausdrehen dienende „Schraubenzieher“ seine Angriffsstelle findet.

Selbstverständlich wird die Haltbarkeit einer Holzschraubenverbindung gegen das Ausreissen einestheils mit dem Durchmesser, anderntheils mit der im Holze steckenden Länge der Schraube im geraden Verhältnisse zunehmen. Ausserdem spricht hierbei die Beschaffenheit des Holzes (die Abscheerungsfestigkeit desselben) und der Umstand erheblich mit, ob die Schraube in der Richtung der Fasern, denselben parallel (im Hirnholze) oder quer gegen die Fasernrichtung eingeschraubt ist. Man wird sich leicht sagen, dass die Haltbarkeit grösser im letzteren als im ersteren Falle ist. Wenn d den äusseren Durchmesser einer Holzschraube in Millimetern, l die Länge des im Holze steckenden Schraubenbolzens ebenfalls in Millimetern, α einen von der Beschaffenheit des Holzes abhängigen Coefficienten bezeichnet, für welchen nach Karmarsch

	in der	
	Fasernrichtung	Querrichtung
für Tannenholz	1,41	2,12
„ Lindenholz	1,92	2,71
„ Weissbuchenholz	2,84	4,92
„ Rothbuchenholz	2,11	2,99
„ Eichenholz	2,50	2,85

zu setzen ist, so ist die Festigkeit der betreffenden Schraubenverbindung $= \alpha l d$ kg.

2. Das Nageln und Dübeln.

Die Form und Anwendung eines Nagels ist so allgemein bekannt, dass weitere Erläuterungen hierüber überflüssig sind. Eine besondere Art der eisernen Nägel bilden die aus Draht vermittelst besonderer Maschinen gefertigten Drahtstifte [1]), die wegen ihrer grösseren Billigkeit ausserordentlich häufig angewendet werden. In manchen Fällen lässt sich auch eine ausreichend haltbare Verbindung durch Eintreiben eines hölzernen, cylindrischen oder schwach conischen Stiftes herstellen (besonders dann, wenn es sich nur darum handelt, eine Verschiebung zweier auf einander liegender Holzstücke unmöglich zu machen; bei Kisten- und Schachtelböden u. dergl.); dieser Holzstift heisst dann Dübel.

Während bei der Verbindung durch Holzschrauben das zwischen den Gewinden stehen bleibende Holz vermöge seiner Festigkeit das Abreissen hindert, ist es beim Nageln und Dübeln nur allein die Reibung zwischen dem eingetriebenen Stifte und der Lochwand, welche sich dem Herausgehen des ersteren widersetzt; und hieraus folgt von selbst, dass

[1]) Die Anfertigung derselben ist beschrieben in der „Verarbeitung der Metalle, Seite 845.

die Verbindung durch Nageln, obschon billiger, doch bei gleichen Abmessungen der zu verbindenden Theile weniger fest ist als diejenige durch Verschrauben. Damit nun jene Reibung gross genug werde, ist es erforderlich, dass das Holz den eingetriebenen Nagel, beziehentlich Dübel, mit einer gewissen Spannung umschliesse; man treibt also, wo es ohne Gefahr für ein Aufspalten des Holzes geschehen kann, d. h. wo der Durchmesser des Nagels nicht zu beträchtlich ist gegenüber der Dicke des Holzes, den Nagel gern in das volle Holz ein und bohrt auch bei Anwendung eines Dübels das Loch nur so weit, dass er nur unter Anwendung von Hammerschlägen sich eintreiben lässt. Muss in Rücksicht auf die beträchtliche Dicke eines Nagels zuvor ein Loch für das Eintreiben desselben gebohrt werden, so nimmt man den Durchmesser des Loches nicht gern weiter, als etwa zwei Drittel vom Nageldurchmesser am Kopfe, und bohrt es nicht ganz so tief, als der Nagel eindringt. Läuft derselbe vom Kopfe nach der Spitze schlank conisch zu, so genügt es meistens, dem gebohrten Loche die halbe Nagellänge zu geben. Die Festigkeit einer Dübelverbindung erhöht man nicht selten, indem man den Dübel vor dem Eintreiben mit Leim bestreicht.

Bei Anwendung jener Nägel, welche — wie alle geschmiedeten Nägel — von der Spitze bis nach dem Kopfe hin gleichmässig dicker und dicker werden, wird offenbar die Festigkeit der Nagelverbindung nicht in arithmetischer Progression mit der Länge, sondern in einem stärkeren Verhältnisse zunehmen, da die grössere Dicke des längeren Nagels auch ein stärkeres Zusammendrücken des um das Nagelloch herum befindlichen Holzes zur Folge hat und somit auch die Reibung stärker und stärker wird. Aus diesem Grunde besitzt auch ein Drahtstift, dessen Schaft cylindrisch und nur am vorderen Ende zugespitzt ist, eine geringere Haltbarkeit im Holze, als ein geschmiedeter Nagel. In allen Fällen ist — wie auch bei Holzschraubenverbindungen — die Festigkeit geringer, wenn der Nagel in der Fasernrichtung, also von der Hirnseite her, als wenn er quer gegen die Fasern eingeschlagen wurde. Nach Karmarsch lässt sich mit annähernder Genauigkeit die Haltkraft eines Nagels, beziehentlich Drahtstiftes, berechnen, wenn man die in Quadratmillimetern ermittelte Aussenfläche des im Holze steckenden Nagels mit folgenden Ziffern multiplicirt:

	In der Fasernrichtung		In der Querrichtung	
	für Nägel	für Drahtstifte	für Nägel	für Drahtstifte
bei Tannenholz . . .	0,36 kg	0,17 kg	0,63 kg	0,21 kg
„ Lindenholz	0,36 „	0,20 „	0,67 „	0,23 „
„ Rothbuchenholz .	0,68 „	0,30 „	1,07 „	0,46 „
„ Weissbuchenholz .	0,83 „	0,40 „	1,17 „	0,47 „
„ Eichenholz	1,03 „	0,32 „	1,41 „	0,46 „

Drahtstifte pflegen nach Nummern verkauft zu werden, deren jede eine bestimmte Grösse besitzt; jedoch stimmen die Nummern und Grössen der verschiedenen Fabriken nicht immer überein. Bei den Nägeln dagegen pflegen für die verschiedenen Grössen folgende Benennungen in Anwendung zu kommen:

Schiffnägel, Mühlnägel, Sparrennägel, 120 bis 300 mm lang, 10 bis 20 mm dick.

Bodennägel, Fussbodennägel, 95 bis 110 mm lang, 4 bis 5 mm dick.

Lattennägel, 85 bis 90 mm lang, 3 bis 4 mm dick.

Halbe Lattennägel, etwa 70 mm lang, 3,5 mm dick.

Brettnägel, Dielennägel, Spundnägel, Verschlagnägel, 65 bis 70 mm lang, 3 mm dick.

Halbe Brettnägel, 50 mm lang, 3 mm dick.

Schindelnägel, 50 bis 75 mm lang, 3 mm dick.

Schlossnägel, 36 bis 42 mm lang, 2 bis 2,5 mm dick.

Halbe Schlossnägel, Rahmennägel, 25 mm lang, 2 mm dick.

IV. Formungsverbindungen.

Diese, auf einem Zusammengreifen der in geeigneter Weise geformten Holzstücke beruhenden Verbindungen lassen sich nach der Lage und Fasernrichtung der zusammenzufügenden Holzstücke gegen einander in drei Gruppen eintheilen: Längsverbindungen, bei denen die beiden Holzstücke in der Fasernrichtung vor einander gelegt und mit einander verbunden werden; Breitenverbindungen, bei denen die Holzstücke neben einander zu liegen kommen, die Fasern also parallel laufen; Quer-, Eck- und Kreuzverbindungen, bei denen die Fasernrichtungen sich kreuzen. In einzelnen Fällen, welche jedoch Ausnahmen bilden, wird die Festigkeit der Verbindung durch Leimen oder Kitten der Fugen noch erhöht.

Die Methoden für die Ausarbeitung dieser Formungsverbindungen wurden schon im zweiten Abschnitte besprochen.

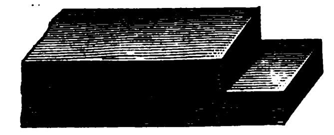
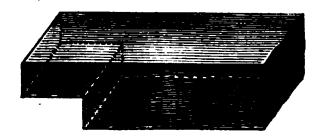
Beispiele.

1. Längsverbindungen.

Die einfache oder gerade Ueberblattung. Dieselbe ist in Fig. 96 abgebildet und kommt bei Zimmermannsarbeiten in Anwendung, wenn eine

Verschiebung in der Länge oder Breite nicht zu fürchten ist und nur in der Höhenrichtung verhindert werden soll.

Fig. 96.

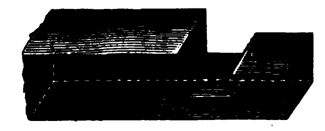
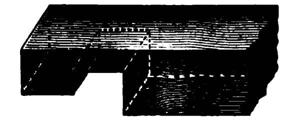



Die schräg eingeschnittene gerade Ueberblattung. Die Stirnflächen stehen nicht wie bei der vorigen Verbindung rechtwinklig, sondern schräg gegen die Breitseite des Holzes ⦣. Dadurch wird selbstverständlich auch ein Abheben des einen Holzstückes von dem anderen unmöglich, so lange dieselben gegen Verschiebung in der Längenrichtung gesichert sind.

Die schräge Ueberblattung. Die Stirnflächen stehen senkrecht, aber statt der horizontalen Fuge ist eine schräge, ⍂ angeordnet, so dass eine Verschiebung in der Länge unmöglich wird.

Das gerade Hakenblatt oder die gerade Verzahnung. Fig. 97.

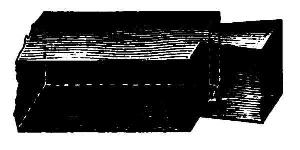
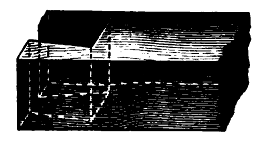
Fig. 97.

Das schräge Hakenblatt oder die schräge Verzahnung. Diese Verbindung unterscheidet sich von der vorigen durch schräg stehende Stirnflächen. Beide werden, wie die früher beschriebenen, fast nur für Zimmermannsarbeiten benutzt.

Der Schwalbenschwanz, Fig. 98, sowohl für Zimmermanns- als Tischlerarbeiten verwendet.

Fig. 98.

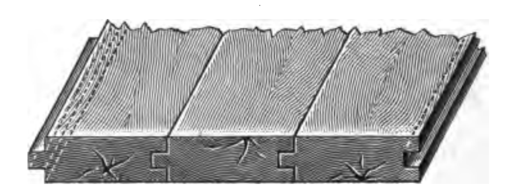
Der gedeckte Schwalbenschwanz. Bei dieser Verbindung hat der Schwalbenschwanz nur die halbe Höhe des Holzstückes, in der anderen Hälfte ist eine Ueberblattung eingeschnitten, welche den Schwalbenschwanz von dieser Seite her verdeckt. Man erhält ein Bild dieser Anordnung, wenn man sich bei der in Fig. 96 gezeichneten Ueberblattung einen Schwalbenschwanz als Verlängerung der oberen Hälfte des rechts

befindlichen Holzstückes angesetzt denkt, welcher in einen entsprechenden Ausschnitt des links befindlichen Stückes eingreift.

2. Breitenverbindungen.

Feder und Nuth, Spundung, Fig. 99. Bei dieser früher schon mehrfach erwähnten Verbindung besitzt die Feder ein Drittel der ganzen

Fig. 99.



Holzstärke. Bei der Verbindung mehrerer Bretter pflegt man, wie auch in der Abbildung, jedes derselben an der einen Seite mit Feder, auf der anderen mit Nuth zu versehen. Häufig jedoch fertigt man auch die Feder für sich als selbstständiges Stück und schiebt sie in die entsprechende Nuth ein (so dass beide zu verbindende Holztheile mit Nuth versehen werden; Spundung mit eingelegter Feder). Man erlangt dadurch den Vortheil, dass das Holz die volle Breite behält, während im anderen Falle offenbar die Breite der Feder von der ursprünglichen Holzbreite verloren geht; ordnet man die Feder in der Weise an, dass ihre Fasern diejenigen der zu verbindenden Holzstücke kreuzen, so bildet sie zugleich ein Mittel gegen das Werfen des Holzes.

Spundung mit Zapfen. Statt der eingelegten durchgehenden Feder sind einzelne kurze prismatische, in entsprechende Oeffnungen des benachbarten Stückes eingreifende Zapfen angebracht. Sind die Zapfen dünn, cylindrisch (Dübel), so entsteht die Verdübelung.

3. Quer-, Eck- und Kreuzverbindungen.

a. Querverbindungen.

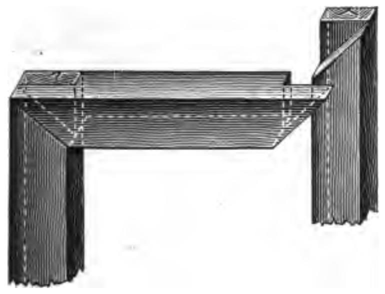
Hirnleisten. Dieselben bestehen aus genutheten Leisten, welche, um das Werfen eines Holzstückes zu verhindern, quer gegen die Faserrichtung über die mit Federn versehenen Endkanten desselben geschoben werden.

Gratleisten. Sie laufen, ebenfalls um das Werfen eines Brettes zu verhüten, quer über die eine Seite desselben hinüber und sind durch Schwalbenschwanz mit demselben verbunden.

b. Eckverbindungen.

Die einfache Aufblattung. Zwei zusammen eine rechtwinklige Ecke bildende Holzstücke (bei Rahmenwerk) sind in derselben Weise wie bei der in Fig. 96 gezeichneten Längsverbindung zusammengefügt.

Fig. 100.



Die Aufblattung mit Gehrung, Fig. 100, ebenfalls für Rahmwerk gebräuchlich.

Die geschlitzte Ecke. Das eine der beiden zu einer rechtwinkligen Ecke zusammentretenden Holzstücke ist mit einem oder zwei parallelen, durchgehenden, prismatischen Zapfen versehen, welche in entsprechende Schlitze des anderen Holzstückes eingreifen (vergl. die Abbildung der Zapfenschneid- und Schlitzmaschine, Fig. 92 a. S. 160).

Die geschlitzte Ecke mit Gehrung. Diese ebenfalls in Fig. 92 abgebildete Verbindung unterscheidet sich von der vorigen durch die dreieckige Grundform der Zapfen nebst Schlitze.

Die verzapfte Ecke. Statt des die ganze Breite des Holzstückes einnehmenden Zapfens ist ein schmalerer Zapfen mit entsprechendem Zapfenloche angeordnet. Ist die Höhe der Holzstücke beträchtlich (bei Bretterverbindungen), so werden mehrere über einander befindliche Zapfen angeordnet.

Die Zinken. Man versteht unter der Bezeichnung Zinke einen für Eckverbindungen angewendeten Schwalbenschwanz. Besonders häufig wird diese Verbindung für Möbel- und Kistenfabrikation angewendet.

Die Anfertigung der Zinken mit Hülfe von Maschinen wurde auf S. 161 beschrieben. Man unterscheidet im Wesentlichen folgende Arten von Verzinkungen:

Gewöhnliche Zinken, Fig. 101 (a. f. S), vorzugsweise für gewöhnliche Kisten verwendet.

Gedeckte Zinken, Fig. 102 (a. f. S.). Die Fugen derselben sind nur auf der einen Seite der Ecke sichtbar. Man bedient sich ihrer bei Herstellung von Schubladen, Schatullen etc., überhaupt für feinere Tischlerarbeiten.

Gedeckte Zinken auf Gehrung, Fig. 103. Auch bei dieser Verbindung sind die Fugen nur auf einer Seite sichtbar. Sie wird zu ähnlichen Zwecken wie die vorige benutzt.

Fig. 101. Fig. 102.

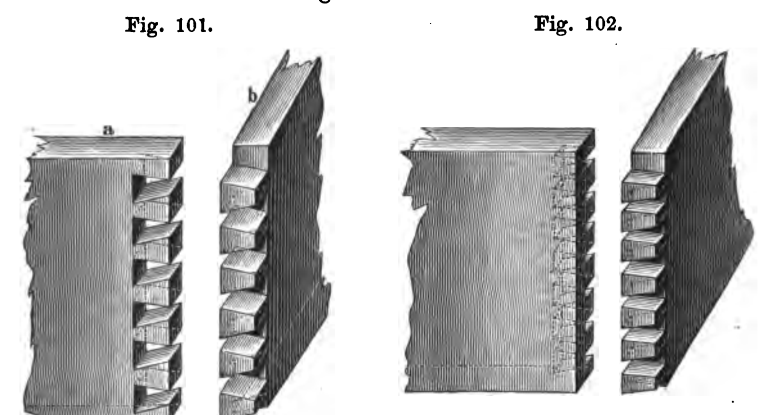
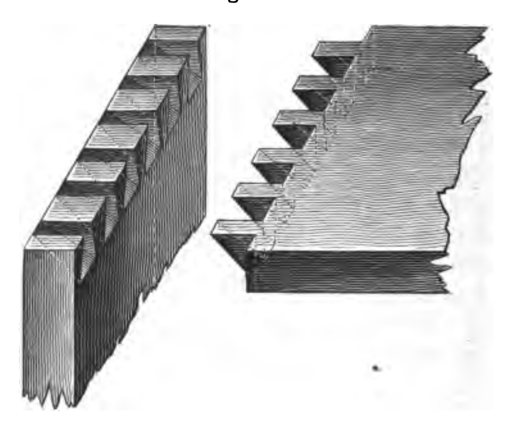


Fig. 103.



c. Kreuzverbindungen.

Bei diesen vorwiegend bei Zimmermannsarbeiten vorkommenden Verbindungen treten die zwei Hölzer entweder unter T-Form zusammen oder greifen kreuzförmig über einander. In dem ersteren Falle kommen zum grossen Theile die schon oben besprochenen Verbindungsweisen zur Anwendung: Der Schwalbenschwanz, der Zapfen, die Nuth und Feder; im zweiten Falle pflegt man vorzugsweise folgende Verbindungen zu benutzen:

Die einfache Ueberblattung. Jedes Stück erhält an der Kreuzungsstelle einen rechteckigen Ausschnitt von der halben Stärke des Holzes, in welchen sich das stehen gebliebene Holz des zweiten Stückes einlegt.

Die kreuzförmige Ueberblattung. Statt eines rechteckigen Ausschnittes werden zwei dreieckige ausgearbeitet, deren Seiten in der Mittellinie des Holzes sich kreuzen.

Literatur über Zusammenfügungsarbeiten.

Karmarsch-Hartig, Mechanische Technologie, 5. Aufl., S. 752 bis 762.

E. Hoyer, Lehrbuch der mechanischen Technologie, Wiesbaden 1878, S. 409.

Karmarsch-Heeren, Technisches Wörterbuch, 3. Aufl., bearbeitet von Kick und Gintl. Bd. IV, S. 406 (Holzverbindungen).

Fünfter Abschnitt.

Die Erhaltungs- und Verschönerungsarbeiten.

In diesen Abschnitt fallen eine grössere Zahl von Arbeiten, welche entweder nur den Zweck haben, dem Holze einen Schutz gegen Fäulniss, Aufnahme von Feuchtigkeit etc. zu verleihen; oder welche mit dieser schützenden Wirkung zugleich eine Verschönerung des äusseren Ansehens des Gebrauchsgegenstandes verbinden (Anstreichen, Poliren etc.); oder auch, bei denen jene Verschönerung der alleinige Zweck ist (Beizen etc.). Unter die zuerst genannten Arbeiten zählen mehrere, welche bereits im ersten Abschnitte ausführlicher besprochen wurden, so dass hier nur auf das dort Gesagte Bezug genommen zu werden braucht; vor allen gehören hierher das Auslaugen und Dämpfen (S. 25) zur Entfernung der gährungsfähigen Saftbestandtheile aus den Holzzellen, sowie das Trocknen (S. 22).

I. Das Ankohlen oder Carbonisiren.

Dieses, ebenfalls im ersten Abschnitte schon vorübergehend erwähnte Verfahren beruht auf einer oberflächlichen, etwa 2 mm tief eindringenden Verkohlung der Oberfläche solcher Holzstücke, welche der Feuchtigkeit oder fäulnisserregenden Einflüssen ausgesetzt sind; Füsse von Telegraphenstangen oder Pfählen, welche im Erdreich zu stehen kommen; Balkenköpfe, welche eingemauert werden; Eisenbahnschwellen, Schiffstheile u. a. m. werden in dieser Weise behandelt. Man bezweckt dadurch eine Zerstörung der gährungsfähigen Saftbestandtheile; immerhin wird, da die Feuchtigkeit allmälig auch durch die Kohle hindurch ihren Weg zu dem unverkohlten Holze findet, die Fäulniss, wenn auch vielleicht etwas ver-

zögert, doch nicht vollständig abgehalten werden können. Daher stehen sich die Ansichten über den Erfolg des Ankohlens noch ziemlich schroff einander gegenüber. Während einzelne Autoritäten, Nördlinger, Hartig u. A., auf Grund angestellter Versuche dem Verfahren jeden Nutzen geradezu absprechen, wird dasselbe doch nicht selten und besonders in manchen technischen Werkstätten Frankreichs im grossartigen Maassstabe zur Anwendung gebracht.

Zur Ausführung des Verfahrens benutzt man auf den Schiffswerften zu Cherbourg einen durch einen Kautschukschlauch mit einem Gasometer in Verbindung stehenden Gasbrenner, dem durch einen seitlichen Schlauch Gebläsewind zugeführt wird. Die in solcher Weise gebildete heisse und spitze Flamme wird über die zu verkohlende Holzfläche hinweggeführt und dringt vermöge der bedeutenden Geschwindigkeit des verbrennenden Gasgemisches in alle Spalten und Risse des Holzes ein, wodurch eine gleichmässige Verkohlung ermöglicht wird. Mitunter bestreicht man zuvor das Holz sehr dünn mit Theer; es soll dadurch eine zu plötzliche Erhitzung und das dadurch veranlasste Reissen des Holzes vermieden werden. Zum Verkohlen von 1 qm Holzoberfläche werden ungefähr 200 l Gas verbraucht.

An Stelle dieses durch die Anwendung des Gases immerhin ziemlich kostspieligen Verfahrens wendet man an anderen Orten zum Verkohlen von Eisenbahnschwellen einen mit Gebläsewind betriebenen kleinen Ofen an, aus dem durch ein entsprechendes Mundstück eine horizontale Stichflamme gegen die auf Rollen vor dem Ofen langsam vorbeibewegte Schwelle gerichtet wird. Ist die Temperatur im Ofen hoch genug, so führt man mit dem Gebläsewinde etwas Wasser zu, durch dessen Zersetzung sogenanntes Wassergas (Kohlenoxyd und Wasserstoffgas) gebildet wird.

II. Das Imprägniren.

Die Fäulniss des Holzes lässt sich verhindern oder doch erheblich verzögern, wenn man dasselbe von sogenannten antiseptischen Stoffen durchdringen lässt, d. h. von Körpern, welche die Eigenschaft besitzen, die Sporen und Pilze, jene eigentlichen Ursachen der Fäulniss, zu tödten oder ihre Ausbreitung zu hindern. Dieses Verfahren, für dessen Anwendung jene Körper offenbar im flüssigen oder dampfförmigen Zustande vorhanden sein müssen, heisst Imprägniren. Es übt einen unzweifelhaft günstigen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit des Holzes aus und wird daher als das wirksamste Mittel zum Schutze solcher Hölzer betrachtet, welche der Feuchtigkeit ausgesetzt sind: Eisenbahnschwellen, Grubenhölzer u. a. m. Aus den Ermittelungen der Eisenbahnverwaltungen über

die Dauerhaftigkeit imprägnirter und nichtimprägnirter Schwellen ergiebt sich als mittlere Dauer bei Schwellen

	nicht imprägnirt	imprägnirt
aus Eichenholz	14 bis 16 Jahre	20 bis 25 Jahre
„ Kiefernholz	7 „ 8 „	12 „ 14 „
„ Tannen- oder Fichtenholz	4 „ 5 „	9 „ 10 „
„ Buchenholz	$2^1/_2$ „ 3 „	9 „ 10 „

so dass durch das Imprägniren die Dauerhaftigkeit der verschiedenen Hölzer um 50 bis 250 Proc. gesteigert wird.

Die Wirkung des Imprägnirens würde noch stärker sein, wenn nicht die Structur des Holzes der gleichmässigen Durchdringung einen mit der Länge und der Dichtigkeit der zu imprägnirenden Holzstücke wachsenden Widerstand entgegensetzte, welcher auch durch die stärksten mechanischen Mittel nicht völlig zu überwinden ist. Denn offenbar kann eine Flüssigkeit nur von den Hirnholzflächen aus in das Holz eindringen; von den Langseiten her vermag auch der kräftigste Druck die Flüssigkeit nicht weiter als bis auf einige Millimeter Tiefe in das Holz einzupressen.

Unter zahlreichen, seit Jahren zur Imprägnation des Holzes vorgeschlagenen Stoffen sind es hauptsächlich vier, die sich als besonders geeignet bewährt und deshalb eine dauernde Anwendung verschafft haben:

Quecksilberchlorid (Sublimat), welches in etwa der 50- bis 150fachen Menge Wasser gelöst wird. Das Verfahren, durch den Engländer Kyan seit 1832 in die Praxis eingeführt, wird nach demselben *Kyanisiren* genannt.

Kupfervitriol, in der 100fachen Menge Wasser gelöst, von Boucherie zuerst angewendet.

Zinkchloridlösung, mit 2 bis 3 Proc. Zinkchlorid, von Burnett empfohlen (*Burnettiren*).

Theeröl (sogenanntes schweres Theeröl zum Unterschiede von dem leichten, für diesen Zweck nicht brauchbaren, Theeröle), bei der Destillation des Steinkohlentheers gewonnen und durch seinen Gehalt an Carbolsäure und Kreosot stark antiseptisch wirkend. Es gilt als Regel, dass das zu verwendende Oel mindestens 10 Proc. Carbolsäure enthalten müsse, um benutzbar zu sein. Das Verfahren wurde von Bethell zuerst angewendet und heisst deshalb *Bethelliren* oder *Kreosotiren.*

Von diesen Stoffen lieferte das Quecksilberchlorid in einzelnen Fällen sehr günstige Erfolge (z. B. beim Kyanisiren der Bahnschwellen im Grossherzogthum Baden), während man in anderen Fällen, besonders in England, eine weniger befriedigende Wirkung zu beobachten glaubte. Nachtheile des Kyanisirens sind theils der hohe Preis des Quecksilber-

chlorids, ausserdem aber auch die ausserordentlich giftige Wirkung desselben, welche die grösste Vorsicht sowohl bei der Imprägnation selbst, als auch bei der Verwendung der imprägnirten Hölzer erforderlich macht. Denn die Leichtflüchtigkeit des Stoffes steigert natürlich in starkem Maasse die Gefährlichkeit desselben. Hölzer zum Baue von Wohnhäusern, Stallungen, ja selbst Gewächshäusern, dürfen aus diesem Grunde nicht mit Quecksilberchlorid imprägnirt werden; Pflanzen, in der Nähe solcher Hölzer, kränkelten und starben ab. Auch bei den Arbeitern, welche bei dem Kyanisiren beschäftigt werden, zeigen sich trotz aller Vorsichtsmaassregeln nach Verlauf einiger Jahre häufig Symptome einer beginnenden Vergiftung.

Kupfervitriol ist, wie das Quecksilberchlorid, ziemlich kostspielig. Nothwendig ist Reinheit desselben von fremden Körpern, insbesondere von Säuren und Eisensalzen, welche höchst nachtheilig auf die Holzfaser einwirken würden und den Erfolg des Imprägnirens vollständig zu vereiteln im Stande sind. Kommt das mit Kupfervitriol imprägnirte Holz in Berührung mit metallischem Eisen, so wird von der Berührungsstelle das Kupfersalz zersetzt, Eisensalz gebildet und mithin auch hierdurch der Zweck des Verfahrens verfehlt. Aber auch bei Anwendung reiner Lösungen gab das Kupfervitriol — obschon vielfach benutzt — nicht immer vollständig befriedigende Resultate. Mehrfach beobachtete man an den imprägnirten Hölzern Schimmelpilze, welche durch das Kupfersalz nicht zerstört waren; in anderen Fällen stellte es sich heraus, dass im Laufe der Zeit unter Einwirkung kohlensäurehaltigen Grundwassers das Kupfersalz fortgeführt, Calciumcarbonat dagegen abgelagert worden war. Diese Nachtheile des Imprägnirens mit Kupfervitriol sind die Ursache, dass die Anwendung desselben in neuerer Zeit seltener geworden ist.

Den beiden vorgenannten Stoffen gegenüber besitzt das Zinkchlorid den Vortheil einer erheblich grösseren Billigkeit (die Kosten des Verfahrens beziffern sich auf ungefähr die Hälfte als bei der Imprägnation durch Kupfervitriol); die Erfolge sind den bisherigen Ermittelungen zufolge befriedigender als bei letzterem; eine Zersetzung durch Eisen findet nicht statt; und eine in vielen Fällen sehr schätzenswerthe Eigenschaft der mit Zinkchlorid imprägnirten Hölzer ist die, dass sie Oelfarbenanstriche ertragen, welche auf den mit Sublimat oder Kupfervitriol imprägnirten nicht haften. Aus diesem Grunde kann man z. B. Thür- und Fensterhölzern, welche der Nässe ausgesetzt sind, durch eine Imprägnation mit Zinkchlorid, bevor sie angestrichen werden, eine grössere Dauerhaftigkeit verleihen; und diese unläugbaren Vortheile dieses Salzes haben demselben in neuester Zeit mit Recht eine sehr ausgedehnte Anwendung als Imprägnationsmittel verschafft.

Den wirksamsten Schutz gegen Fäulniss bietet unter den vier eben genannten Körpern unstreitig das Theeröl; es hat vor diesen ausser der stark antiseptischen Wirkung den grossen Vortheil voraus, weder flüch-

tig noch im Wasser löslich zu sein; und es würde jedenfalls die übrigen Imprägnationsmittel vollständig zu verdrängen im Stande sein, wenn nicht sein hoher Preis (die Kosten des Verfahrens belaufen sich auf das Doppelte bis Dreifache als bei der Anwendung von Zinkchlorid) und auch die unangenehme Handhabung desselben jenen Vorzügen gegenüber und einer allgemeinen Anwendung noch entgegenstände. Dennoch benutzen verschiedene Bahnverwaltungen das Theeröl als ausschliessliches Imprägnationsmittel für Schwellen, Telegraphenstangen u. s. w.

Eine Ermittelung der durchschnittlich erlangten Erfolge bei der Imprägnirung von Telegraphenstangen mit verschiedenen Substanzen ergab als mittlere Dauer [1] derselben:

bei nicht imprägnirten Stangen	. . . .	7	Jahre
mit Kupfervitriol imprägnirt	. . . . . .	10 bis 14	„
„ Zinkchlorid „	. . . . . .	18 „ 20	„
„ Theeröl „	. . . . . .	25 „ 26	„

Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass diese Dauer nicht allein von dem Imprägnirungsmateriale, sondern auch von dem zur Imprägnirung benutzten Verfahren, von dem sogleich die Rede sein wird, abhängig ist.

Andere, versuchsweise, aber ohne befriedigenden Erfolg, angewendete Imprägnirungsmittel sind Eisenvitriol, arsenige Säure, Borax, Kochsalzmutterlauge, Chlormagnesium, Chlorcalcium, Alaun, Wasserglas.

Für die Ausführung des Verfahrens des Imprägnirens giebt es verschiedene Methoden.

Das einfachste und billigste, von Kyan zur Imprägnirung mit Quecksilberchlorid angewendete Verfahren besteht in einem einfachen Einlegen der zu imprägnirenden Hölzer in die Flüssigkeit. Man benutzt hölzerne Kasten, deren Abmessungen sich nach denjenigen der Arbeitsstücke richten müssen, legt die vollständig fertig bearbeiteten Hölzer hinein, pumpt die Quecksilberlösung darüber und schützt die Hölzer durch übergelegte, mit dem Kasten verbundene Querhölzer vor dem Auftriebe. Nach Verlauf einiger Tage prüft man die Lösung durch maassanalytische Untersuchung auf ihren Gehalt an Quecksilberchlorid und fügt, wenn nöthig, frische concentrirte Lösung hinzu. Kiefernholz bedarf 8 bis 10 Tage, Eichenholz 12 bis 14 Tage zur Imprägnirung; dann wird die Lösung ausgepumpt und der Inhalt des Kastens ausgetragen.

Es ist leicht einzusehen, dass bei dieser Methode eine gleichmässige und vollständige Imprägnirung der Holzstücke kaum zu erreichen sein wird; und sie ist deshalb auch nur in Anwendung für die Imprägnirung mit Quecksilberchlorid, welches die Eigenschaft besitzt, sich verhältnissmässig leicht innerhalb fremder Körper zu vertheilen. Vollkommener

[1]) Telegrafic Journal 1874, S. 209 und 217.

wird jedenfalls der Zweck erreicht, wenn man statt der kalten Lösung heisse, mit den Hölzern in einem geschlossenen Behälter befindliche Flüssigkeiten benutzt, welches Verfahren in den Vereinigten Staaten Nordamerikas zum Imprägniren der Eisenbahnschwellen mit Zinkchlorid oder auch mit Theeröl mit angeblich gutem Erfolge benutzt wird. Der hierfür bestimmte, von Pelton construirte Apparat besteht aus zwei horizontalen, neben einander liegenden Kesseln aus Eisenblech von etwa 13,5 m Länge und 2,4 m Durchmesser, von denen abwechselnd der eine geheizt und der andere beschickt wird. Die eine Stirnseite jedes Kessels besteht aus einem eisernen, hermetisch schliessenden Deckel, welcher sich ohne Schwierigkeit abnehmen und wieder auflegen lässt. Die zu imprägnirenden Schwellen befinden sich auf eisernen Wagen, welche auf Schienen laufen und eine solche Form besitzen, dass der beladene Wagen den Querschnitt des Kessels ziemlich vollständig ausfüllt. Fig. 104 stellt einen Querschnitt durch den einen Kessel mit der Stirnansicht gegen den innerhalb desselben auf den eingenieteten Schienen ruhenden und mit Holz beladenen Wagen dar. Wenn der Kessel solcherart beschickt und der Kessel geschlossen ist, leitet man aus einem etwas höher gelegenen Behälter die Imprägnirungsflüssigkeit zu, welche sofort die im Kessel befindliche Luft durch ein am Scheitel angebrachtes, aufwärts gerichtetes Rohr austreibt. Nun erhitzt man auf etwa 110° und leitet die hierbei sich entwickelnden Dämpfe durch das nämliche, soeben erwähnte Rohr in einen oberhalb der Kessel befindlichen Behälter mit kaltem Wasser, wo sie condensirt werden. Nach ausreichend langer Einwirkung kühlt man den Kessel durch Aufspritzen von kaltem Wasser rasch ab. Die in den Holzporen noch befindlichen Wasserdämpfe werden hierdurch condensirt und die Lösung zur Ausfüllung der entstehenden luftleeren Räume veranlasst. Dann leitet man die Flüssigkeit in den inzwischen beschickten zweiten Kessel hinüber und geht nun daran, den ersten zu entleeren und neu zu füllen.

Fig. 104.



Bei einem von Boucherie erfundenen, ursprünglich für die Anwendung von Kupfervitriol bestimmten, ebenso gut aber auch für Imprägnirung mit Zinkchlorid, Theeröl u. s. w. benutzbaren Verfahren wird die betreffende Flüssigkeit unter Druck in das Holz hineingepresst. In Frankreich ist dieses Verfahren mehrfach, zum Imprägniren von Telegraphenstangen ist es auch in Deutschland in Anwendung. Zur Ausübung desselben ist es nothwendig, dass die Hölzer vor der Ver-

arbeitung, während sie noch mit der Rinde bekleidet sind, imprägnirt werden. Auf den Rand des einen Hirnendes des zu imprägnirenden Stammes legt man einen mit Talg getränkten, aus Hanf gedrehten Ring oder besser noch einen Kautschukring, auf diesen eine kreisrunde starke Holzscheibe, durch Querleisten vor dem Verziehen geschützt, und über die Scheibe ein Paar eiserne Querstege, welche durch je zwei Stück Schraubenbolzen mit Muttern festgehalten werden, deren andere spitzige Enden hakenförmig umgebogen und in die Rinde des Stammes eingeschlagen sind. Solcherart wird zwischen der Hirnfläche des Stammes und der Holzscheibe eine schmale, durch den Hanf- oder Kautschukring wasserdicht abgeschlossene Kammer gebildet. Die Holzscheibe ist mit einem Rohrstutzen aus Kupfer versehen, welcher durch einen übergeschobenen Kautschukschlauch mit einem andern, von einem horizontalen Vertheilungsrohre sich abzweigenden Rohrstutzen in Verbindung gesetzt ist. Mit Hülfe eines über den Kautschukschlauch geschobenen Quetschhahns oder durch einfaches Zubinden desselben lässt sich in jedem Augenblicke die Verbindung unterbrechen. Die Hölzer liegen parallel neben einander horizontal auf den untergelegten Schwellen. Von jenem Vertheilungsrohre gehen so viele einzelne parallele Rohrstutzen aus, als in derselben Zeit Stämme imprägnirt werden sollen. Dasselbe steht nun durch eine senkrechte Leitung in Verbindung mit zwei unter einander wieder durch ein Rohr verbundenen hölzernen Bottichen, welche auf einem etwa 10 m hohen Gerüste aufgestellt sind und die Kupfervitriollösung (beziehentlich Zinkchlorid- oder sonstige Lösung) enthalten. Die letztere wird mithin, sobald die Verbindung mit den Holzstämmen hergestellt ist, unter dem Drucke von etwa einer Atmosphäre gegen die Hirnfläche des Holzes und von hier aus allmälig durch die Poren und Canäle desselben hindurchgepresst, wobei sie, was nicht ohne Wichtigkeit ist, den im Holze befindlichen Saft verdrängt. Um bei Beginn der Arbeit die in dem Rohre und der kleinen Kammer zwischen Holzscheibe und Arbeitsstück eingeschlossene Luft zu entfernen, lüftet man die Dichtungsschrauben, welche die Scheibe einpressen, ein wenig und zieht sie erst wieder fest, wenn die Lösung zwischen Dichtung und Holzscheibe auszusickern beginnt. An dem entgegengesetzten Hirnende des Stammes beginnt nun zunächst der Zellsaft auszufliessen; alsdann folgt mit Zellsaft vermischte Kupferlösung, welche stärker und stärker wird, bis sie schliesslich annähernd die Concentration der in den Bottichen befindlichen Lösung erreicht. Nunmehr ist das Verfahren beendet. Die abfliessende kupferhaltige Lösung wird gesammelt, um wieder auf Kupfer oder Vitriol verarbeitet zu werden, mitunter auch filtrirt und aufs Neue benutzt, obschon selbstverständlich die Wirkung dieser, alle ausgelaugten Bestandtheile enthaltenden Flüssigkeit eine erheblich ungünstigere ist. Die Zeitdauer des Verfahrens hängt theils von der Beschaffenheit, theils von den Abmessungen der Arbeitsstücke ab. Sie vergrössert sich erfahrungsmässig im einfachen Verhält-

nisse mit dem Durchmesser, im quadratischen Verhältnisse mit der Länge, ist geringer bei Laub- als bei Nadelholz, bei jungem als bei altem Holze, bei frisch gefällten als bei länger aufbewahrten Stämmen; bei Holz, welches im Winter, als bei solchem, welches im Sommer gefällt wurde. Je grösser die Druckhöhe, desto rascher wird auch der Verlauf des Verfahrens sein. Gewöhnlich pflegt man 4 bis 9 Tage zur Durchführung desselben zu gebrauchen. Sehr lange Hölzer dreht man nach Verlauf jener Zeit um und setzt sie nun in entgegengesetzter Richtung demselben Verfahren aus. Die Gewichtszunahme der Hölzer bei diesem Verfahren und Anwendung von Kupfervitriol beträgt per Cubikmeter Holz

bei der Tanne	. . . . .	24 kg
„ „ Eiche	. . . . .	25 „
„ „ Kiefer	. . . . .	57 „
„ „ Buche	. . . . .	95 „

und der thatsächliche Gehalt des imprägnirten Holzes von trocknem Kupfervitriol per Cubikmeter Buchen- oder Kiefernholz ca. 5,5 kg.

Das beschriebene Verfahren liefert bei verhältnissmässig geringen Anlagekosten einen ziemlich befriedigenden und jedenfalls weit vollständigeren Erfolg, als das einfache Tränken nach Kyan's Methode. Die Einfachheit der Apparate gestattet die Anwendung an jedem beliebigen Orte, selbst im Walde nach dem Fällen der Hölzer. Ein Nachtheil des Verfahrens liegt in dem Umstande, dass nur volle Stämme sich demselben unterwerfen lassen und alle bei der späteren Bearbeitung derselben entstehenden Abfälle, Späne etc. ebenfalls von der Imprägnirungsflüssigkeit durchdrungen sind; und dieser Nachtheil ist um so empfindlicher, da erfahrungsmässig gerade das Splintholz, welches bei der Bearbeitung zuerst in Wegfall kommt, die grösste Menge der Imprägnirungsflüssigkeit aufnimmt. Je weniger solche Abfälle entstehen, desto zweckmässiger erscheint mithin das Verfahren, und es ist besonders geeignet, wenn das Rundholz, ohne behauen zu werden, zur Verwendung kommt; für Telegraphenstangen, halbrunde Bahnschwellen und dergleichen.

Bei einem noch anderen, von Bréant und Payen erfundenen Verfahren, welches sowohl für die Imprägnirung mit Theeröl (Bethelliren) als auch mit Zinkchloridlösung (Burnettiren) oder neuerdings mit einer (in Oesterreich patentirten) theerölhaltigen Zinkchloridlösung in Anwendung ist, wird zunächst durch eine Luftpumpe die in den Holzporen eingeschlossene Luft ausgesaugt, dann die Flüssigkeit unter sehr hohem Drucke in dieselbe eingepresst [1]). Als Apparat dient ein eiserner

[1]) Das Verfahren ist u. A. in Anwendung auf der für den Bedarf der bayerischen Staatsbahnen eingerichteten Imprägnirungsanstalt zu Kirchseon zwischen München und Rosenheim, wo neben dieser Methode zugleich noch das Kyanisiren betrieben wird; auch in verschiedenen norddeutschen Privatfabriken (zu Halle, Breslau, Loebau, Niederau) theils mit Theeröl, theils mit Zinkchlorid, theils mit dem erwähnten Gemische aus beiden Substanzen.

horizontaler Kessel von etwa 2 m Durchmesser und 8 bis 20 m Länge, über einem zur Aufnahme der Imprägnirungsflüssigkeit bestimmten gemauerten oder eisernen Behälter gelagert. Durch verschiedene Leitungsröhren, welche von einem gemeinschaftlichen, auf dem Kessel angebrachten Dome ausgehen und mit Ventilen versehen sind, steht das Innere des Kessels mit einer Luftpumpe, einer Druckpumpe und der äusseren Luft in Verbindung; ausserdem befindet sich am Dome ein Sicherheitsventil, ein Manometer und ein Vacuummeter. Die eine Stirnseite des Kessels besteht aus einem durch eine Kette an einer Laufrolle aufgehängten Deckel, welcher durch Schrauben fest gegen einen abgedrehten Flantsch des Kessels gepresst werden kann. Das Holz befindet sich auf eben solchen Wagen, als in Fig. 104 (a. S. 197) abgebildet waren und wird mit denselben in den Kessel gefahren. Vor dem Imprägniren wird das Holz mitunter kurze Zeit gedämpft (S. 25), wozu entweder derselbe oder ein besonderer Kessel benutzt werden kann; bei der Anwendung von Theeröl stets in besonderen, am besten mit Dampf geheizten, Trockenkammern getrocknet und angewärmt, wodurch die Aufnahme des Theeröls erleichtert wird. Während dieser Vorbereitungsarbeiten befindet sich das Holz bereits auf den erwähnten Wagen, welche auf Schienen von dem einen zu dem andern der betreffenden Apparate gerollt werden.

Ist der Imprägnirungskessel nunmehr mit dem Holze angefüllt und der Deckel luftdicht geschlossen, so beginnt man mit dem Auspumpen der Luft, bis das Vacuummeter nur noch $^1/_3$ bis $^1/_4$ Atmosphärendruck im Kessel anzeigt, und erhält dann durch fortgesetztes langsames Pumpen diese Luftverdünnung etwa eine halbe Stunde lang aufrecht. Nun öffnet man das Ventil an der Leitung von dem tiefer liegenden Behälter für die Imprägnirungsflüssigkeit, worauf diese durch den äusseren Atmosphärendruck sofort zum Aufsteigen in den Kessel veranlasst wird. Damit sie nicht schliesslich auch das Luftpumpenrohr anfülle, ist dieses zu einer beträchtlichen Höhe aufwärts geführt. Ist die Füllung des Kessels vollständig erfolgt, so wird die Luftpumpe abgestellt, die Ventile im Luftpumpen- und Saugrohre geschlossen und nun durch die Druckpumpe aufs Neue Flüssigkeit aus demselben Behälter in den Cylinder gepresst, bis das Manometer einen Druck im Kessel von mindestens 6, mitunter bis 9 Atmosphären anzeigt. Diesen Druck erhält man durch Regulirung des Ganges der Pumpe etwa eine Stunde lang. Alsdann ist die Imprägnirung beendet; man öffnet die Verbindung mit der äusseren Luft und dem Behälter, lässt die Flüssigkeit ablaufen und entleert den Kessel.

Die Gewichtszunahme der durch dieses Verfahren („mit Hochdruck") imprägnirten Hölzer beträgt per Cubikmeter:

	mit Zinkchlorid	mit Theeröl
bei Kiefernholz . . .	240 kg	160 kg
„ Eichenholz . . .	120 „	80 „
„ Buchenholz . . .	220 „	130 „

Unter allen Imprägnirungsmethoden mit flüssigen Substanzen kann dieses Verfahren als das vollkommenste bezeichnet werden; es erfordert den geringsten Zeitaufwand und liefert den sichersten Erfolg. Die Ausführung desselben aber ist an die Benutzung von Elementarkraft (Dampfkraft) und maschineller Vorrichtungen geknüpft, und aus diesem Grunde kann es nur für einen Fabrikbetrieb, d. h. für die regelmässige Imprägnirung grösserer Mengen Holz, geeignet erscheinen.

Endlich ist eines von dem Oberst L. von Paradis in Wien erfundenen Verfahrens zu gedenken, bei welchem Dämpfe (statt der Flüssigkeiten) von Kreosot, Phenol, Naphtalin etc. zur Imprägnirung angewendet werden [1]). In fünf verschiedenen eisernen Behältern werden die Hölzer nach einander getrocknet, imprägnirt und abgekühlt und kommen aus dem letzten Behälter vollständig zum Gebrauche fertig hervor. Man benutzt das Verfahren für Bauholz, Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen, Wagentheile und selbst Tischlerholz, welches durch dasselbe eine schöne Färbung und Schattirung der Oberfläche erhalten soll. Die Hölzer verlieren durch die Behandlung ihre hygroskopischen Eigenschaften, quellen nicht mehr unter dem Einflusse der Feuchtigkeit und zeigen sich leichter empfänglich für die Aufnahme eines Anstrichs oder einer Politur.

III. Das Beizen (Färben).

Beizen nennt man ein Tränken des Holzes mit Stoffen zu dem Zwecke, eine Farbenveränderung desselben hervorzurufen. Mitunter lässt sich der Zweck des Beizens mit demjenigen des Imprägnirens (Erzielung einer grösseren Dauerhaftigkeit) vereinigen; so unter Anderen bei der Behandlung des Holzes mit Theerdämpfen nach dem oben erwähnten Paradis'schen Verfahren, wodurch dunklere und hellere Farbentöne sich hervorbringen lassen.

Gewöhnlich beizt man erst die in ihrer Form bereits fertigen, mit der Ziehklinge abgezogenen, aber noch nicht geschliffenen Gegenstände, wobei die Beize mehr oder minder tief in das Innere des Holzkörpers eindringt, schleift sie dann und beizt abermals. Für den Arbeiter, welcher Gegenstände aus gebeiztem Holze darstellt, würde es freilich bequemer sein, wenn er schon das Material im gebeizten Zustande erhalten könnte; und man hat thatsächlich durch die oben beschriebenen

---

[1]) Die Holzimprägnirung mittelst antiseptischer Dämpfe in ihrer technischen und volkswirthschaftlichen Bedeutung. Separatabdruck aus: „Der Bergmann." Wien 1878; ferner: Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins 1878, S. 73.

Imprägnationsmethoden, nur mit Anwendung färbender Flüssigkeiten, ganze Holzstämme gebeizt; aber einem solchen Verfahren stellt sich die Schwierigkeit entgegen, eine gleichmässige Durchdringung ganzer Stämme von der Flüssigkeit zu bewirken. Ausserdem will man bisweilen sogar absichtlich die Adern des Holzes durch eine etwas ungleichförmige Beizung stärker hervortreten lassen; man schabt zu diesem Zwecke das Holz da, wo die Farbe stärker hervortreten soll, mit einer Ziehklinge etwas rauh, so dass die Fasern hier mehr Fabstoff aufsaugen, und zieht es erst nach dem Beizen vollends ab.

Die Ausführung des Beizens geschieht entweder durch mehrmaliges Bestreichen mit der Beizflüssigkeit oder durch Einlegen in dieselbe, unter Umständen Kochen mit derselben. Die Wirkung beruht theils auf einer einfachen Färbung durch den auf das Holz übertragenen Farbstoff, theils auf der chemischen Einwirkung der Beizmittel auf die Bestandtheile des Holzes oder, sofern verschiedene Beizmittel nach einander angewendet worden waren, dieser unter sich. Es folgt hieraus, dass, besonders in Rücksicht auf die stattfindenden chemischen Wirkungen, dem Arbeiter ein ungemein grosser Spielraum zur Erfindung neuer Beizmittel gegeben ist, besonders, wenn er befähigt ist, bei seinem Vorgehen die Lehren der Chemie zu Hülfe zu nehmen; aber auch, dass ein und dasselbe Beizmittel bei verschiedenen Hölzern oft recht abweichende Erfolge geben kann. Selbst bei einer und derselben Holzart zeigt sich nach Alter, Wuchs, Dichtigkeit etc. oft eine recht abweichende Einwirkung der Beizen; und eine gewisse Uebung und Erfahrung ist aus diesen Gründen unerlässlich für die Erreichung eines guten Erfolges.

Häufig soll inländischen, billigen Hölzern durch das Beizen das Aussehen fremder, kostspieliger Hölzer gegeben werden; in diesem Falle genügt es natürlicherweise nicht, dass man möglichst genau die Farbe des fremden Holzes nachahme, sondern man muss auch eine Holzart wählen, deren Jahresringe, Spiegel und sonstigen Eigenthümlichkeiten möglichst genau mit denjenigen des fremden Holzes übereinstimmen. Eine ganz gleichmässige Färbung lässt sich gewöhnlich nur bei solchen Holzsorten erzielen, welche keine grossen Spiegel und ein dichtes gleichmässiges Gefüge besitzen; als besonders geeignet in dieser Beziehung gelten u. A. Birnbaum, Linde, Birke, Ahorn, Weissbuche, Ulme, Rosskastanie. Hell gefärbte Holzsorten lassen sich durch Beizen dunkel färben, aber nicht umgekehrt.

Die Beizmittel sind entweder anorganische Verbindungen und sollen in diesem Falle meistens chemische Einwirkungen auf das Holz oder ein zweites zugesetztes Beizmittel ausüben; oder es sind Pflanzenstoffe; oder, in neuerer Zeit bisweilen angewendet, Anilin- und Phenolfarben (aus Verarbeitung des Theers hervorgegangen), die allerdings ausserordentlich zur Hervorbringung lebhafter und sehr mannigfaltiger Farbentöne geeignet sind, mitunter aber den Fehler besitzen, unter Einwirkung des Lichtes allmälig sich zu verändern. In nicht seltenen

Fällen ist es, wie beim Färben von Geweben, erforderlich, das Haften des Farbstoffs auf der Holzfaser zu erleichtern oder überhaupt zu ermöglichen, indem man die letztere vor dem eigentlichen Färben mit der Lösung eines anderen Körpers (einer Beize im engeren Sinne) behandelt, welcher leichter von der Holzsubstanz aufgenommen wird und die Verbindung zwischen dieser und dem Farbstoffe vermittelt. Hierher gehören vorzugsweise Aluminium- und Zinnsalze (Alaun, Aluminiumsulfat, Zinnchlorür). Auf die Wirkung der zum Färben angewendeten Substanzen, insbesondere der Pflanzenfarben, sind aber nicht allein die im Holze anwesenden fremden Körper (Saftbestandtheile), sondern auch andere, zufällig mit der Beizflüssigkeit in Berührung kommende Stoffe von oft grossem Einflusse. Sehr kleine Mengen von Säuren oder Alkalien, selbst von fremden Salzen, können deutliche Aenderungen der Farbentöne hervorbringen; die Beschaffenheit des als Lösungsmittel dienenden Wassers oder Weingeistes, das Material des Gefässes, in welchem die Beize bereitet oder gekocht wird, können Einflüsse ausüben, welche wohl zu beachten sind. Ein eiserner, nicht emaillirter Topf würde z. B. auf die Farbe mancher saurer oder alkalischer Flüssigkeiten verändernd einwirken; selbst ein kupfernes oder messingenes Gefäss kann nachtheilig sein. Auch gewisse kleine Nebenumstände bei der Bereitung der Beizen, die Zeitdauer des Kochens u. s. w. können von Einfluss sein, und mancher scheinbar unerklärliche Misserfolg bei Anwendung eines in anderen Fällen bewährten Verfahrens würde sich vermeiden lassen, wenn jene kleinen Einflüsse nicht unbeachtet geblieben wären.

Da trocknes Holz die Beizflüssigkeit leichter als feuchtes aufnimmt, unterwirft man es vor dem Beizen einer sorgfältigen Trocknung und beizt meistens noch warm.

Beispiele.

Schwarzbeize. Ebenholzbeize.

Zwei chemische Reactionen, auf denen auch die Herstellung der meisten Schreibtinten beruht, sind es vorzugsweise, welche zum Schwarzbeizen des Holzes Verwendung finden. Durch anhaltendes Kochen von Blauholz (auch Campecheholz genannt, aus dem Kernholze des in Centralamerika einheimischen Blauholzbaumes bestehend) erhält man eine Lösung eines in der Chemie als Haematoxylin ($C_{16}H_{14}O_6$) benannten Stoffs, welcher mit Eisen-, Chrom-, Kupfer- oder Vanadinsalzen schwarze Farbe annimmt. Unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft zersetzt sich das Hämatoxylin; deshalb muss man beim Kochen das Gefäss bedeckt halten. Die zweite Reaction ist die Entstehung schwarzer Niederschläge von gerb- und gallussaurem Eisen, sobald eine Eisenlösung mit den genannten Säuren (Gerbsäure oder Tannin, $C_{14}H_{10}O_6$; Gallussäure,

$C_7H_6O_5$) versetzt wird. Mitunter werden, wie auch bei der Tintenbereitung, beide Reactionen zugleich in Anwendung gebracht. Z. B.:

a. Man kocht in 1 l Wasser 30 gr Blauholz ungefähr eine Stunde lang, setzt etwas Alaun zu, tränkt das Holz mit der heissen Lösung und bestreicht es nachher mit einer Lösung von essigsaurem Eisen.

b. 16 gr käuflicher Blauholzextract wird gepulvert und in einem Säckchen so lange in 1 l Wasser gekocht, bis alles Lösliche gelöst ist; die Lösung mit 2 gr gelbem Kaliumchromat (chromsaurem Kalium) versetzt, umgeschüttelt und zum Gebrauche aufbewahrt. Sie wird kalt angewendet, indem man das Holz mehrmals damit bestreicht.

c. Für Beizen von Birnbaum- und Lindenholz: 30 gr Blauholz werden in 1 l Wasser eine Stunde lang gekocht, wobei man von Zeit zu Zeit das verdampfende Wasser ersetzt, die Lösung wird von dem Rückstande abgegossen und mit 120 gr Galläpfeln abermals eine Stunde unter Ersatz des verdampfenden Wassers gekocht. Die durchgeseihte Flüssigkeit versetzt man mit 30 gr calcinirtem Eisenvitriol und 4 gr krystallisirtem Grünspan, legt das Holz in die noch heisse Beize und lässt es mehrere Tage unter öfterem Wiedererwärmen darin liegen; oder wenn das Einlegen nicht thunlich ist, bestreicht man den Gegenstand mehrmals mit der Beize.

Braunbeize (zur Nachahmung von Mahagoni- und Nussbaumholz).

a. Man bereitet sich eine Abkochung von Mahagoniholzspänen und färbt damit helle Hölzer braun.

b. Eine Beize zur Nachahmung des Nussholzes erhält man durch Abkochung grüner Wallnussschalen in Wasser; soll der Farbenton einen Stich ins Röthliche erhalten, so setzt man der Flüssigkeit eine entsprechende Menge Orlean [1]), mit Wasser und etwas Potasche abgekocht, zu.

c. Man kocht 8 Thle. Fernambukholz (eine brasilianische Holzart) mit 1 Thl. Alaun in Wasser, bis aller Farbstoff ausgezogen ist, tränkt das Holz durch Kochen mit Alaun- oder Zinnsalzlösung, behandelt es dann mit jener Farbelösung (wodurch es roth gefärbt wird) und legt es schliesslich in eine verdünnte Lösung von Eisennitrat (salpetersaurem Eisen).

d. Rothbraune Färbung erhält man durch Tränken des Holzes mit Kupfervitriollösung und darauf folgendes Bestreichen mit einer durch Schwefelsäure angesäuerten Lösung von gelbem Blutlaugensalz.

e. Eine Lösung von Kaliumpermanganat (Chamäleon, übermangansaures Kalium) in Wasser färbt das Holz wie alle organischen Körper, mit denen sie in Berührung kommt, durch Oxydation derselben und

---

[1]) Ein aus der Frucht der *Bixa Orellana* in Amerika und Ostindien gewonnener gelblichrother Farbstoff, welcher vorwiegend zum Färben von Butter und Firniss gebraucht wird.

Ausscheidung von Manganhydroxyd braun. Nach Beendigung des Beizens, welches durch Bestreichen mit der kalten Lösung geschieht, wird das Holz gut abgewaschen und getrocknet. Am geeignetsten auf Birn- und Kirschbaumholz.

f. Durch Abreiben mit einem in rauchende Salpetersäure schwach eingetauchten Läppchen, dann Trockenreiben mit einem zweiten Läppchen und Ueberziehen mit Leinölfirniss lassen sich manche Holzarten, z. B. Buchsbaumholz, hell mahagonibraun färben.

g. Esche, Ahorn und andere hellere Holzarten werden rothbraun gefärbt, indem man sie zuerst mit einer Auflösung von Katechu [1]), durch einstündiges Kochen in der sechsfachen Menge mit etwas Soda versetzten Wassers hergestellt, behandelt und dann in eine Lösung von Kaliumbichromat (doppelt chromsaures Kalium) in der 10 fachen Menge Wasser einlegt. Diese Beize wird für das Braunfärben der bekannten Holzschnitzarbeiten vielfach verwendet.

h. Eine schöne braune Farbe, welche je nach der Beschaffenheit des Holzes heller oder dunkler ist, lässt sich durch Anilinbraun, welches in der 20- bis 25 fachen Menge Weingeist gelöst ist, hervorbringen. Man behandelt das Holz zunächst mit einer Lösung von 1 Thl. Marseiller Seife in 54 Thln. Wasser und bestreicht es dann mit der Farbenlösung.

Rothbeize.

a. Die unter „Braunbeize", c., beschriebene Abkochung von Fernambukholz kann in der nämlichen Weise zum Rothfärben benutzt werden, wenn man das Einlegen in Eisenlösung unterlässt. Verschiedene Abstufungen der Farbentöne lassen sich durch Zusatz von Gelbholz [2]) zu dem Fernambukholze hervorbringen.

b. Violette Färbungen entstehen durch Behandeln der mit Fernambukholz roth gebeizten Gegenstände mit Potaschenlösung. Oder man fügt zu dem Fernambukholze die Hälfte Blauholz (nebst Alaun wie oben) und tränkt das Holz zuvor mit verdünnter Kupfervitriollösung. Unter Einfluss des Lichtes verblassen jedoch allmälig die mit Fernambukholz erzeugten Farben.

c. Scharlachrothe Färbungen erhält man durch Abkochungen von 6 gr Cochenille mit 24 gr Weinstein in 1 l Wasser; oder von Carmin in Wasser [3]). In beiden Fällen versetzt man die Farbbrühe mit etwas Zinnsalz.

---

[1]) Extract aus dem Holze der *Acacia catechu.*

[2]) Auch gelbes Brasilienholz oder Cubaholz genannt. Es besteht aus dem Kernholze des auf den Antillen einheimischen Färbermaulbeerbaumes und besitzt eine gelbe oder gelbrothe Farbe.

[3]) Cochenille ist eine auf gewissen Cactusarten vorkommende Schildlaus; Carmin der aus der Cochenille durch Abkochen mit Wasser und Zusatz von Alaun dargestellte Farbstoff.

Behandelt man die durch Carmin roth gefärbten Gegenstände mit Ammoniakwasser (durch Einlegen in dasselbe) oder setzt man Ammoniakwasser zu der Carminlösung, so erhält man Carmoisinroth.

Vermischt man die Cochenillelösung dagegen mit etwas Indigoauflösung unter Zusatz von Alaun, so entsteht Violett.

d. Krapproth wird erzeugt durch Behandlung von 100 gr gepulverter Krappwurzel [1]) mit 1 l Wasser etwas unterhalb der Siedhitze und Zusatz von etwas Zinnsalz; das Holz wird zuvor mit Alaunlösung gebeizt, getrocknet und dann mit der Farbeflüssigkeit behandelt.

e. Sehr schöne rothe Färbungen lassen sich durch Anilinroth (Fuchsin, Roseïn, Azaleïn) oder Phenolroth (Corallin) hervorbringen. Die Farben werden in Alkohol gelöst, das Holz zuvor mit Seifenwasser wie beim Braunfärben mit Anilinbraun behandelt. Das Verfahren ist erheblich billiger als das Färben mit Cochenille. War das Holz dunkel gefärbt, so muss es zuvor durch Einlegen in eine Chlorkalklösung (1 Thl. Chlorkalk, $^1/_2$ Thl. Soda in 25 Thln. Wasser), dann in eine verdünnte wässerige Lösung von schwefliger Säure gebleicht und mit Wasser gut abgewaschen werden.

Blaubeize.

a. Das üblichste Mittel zum Blaufärben des Holzes ist Indigolösung [2]), oder an deren Stelle eine Abkochung von Indigcarmin in Wasser. Das Holz wird zuvor mit Aluminiumacetatlösung (essigsaurer Thonerde) gebeizt, welche man sich selbst darstellen kann, wenn man 1 Thl. Bleizucker und 4 Thle. eisenfreien Alaun jeden für sich in Wasser löst, die Lösungen vermischt, $^1/_{32}$ Thl. Soda zufügt, nach dem Absetzen des entstehenden Niederschlages die klare Lösung abgiesst und sie mit Wasser verdünnt, bis ihr specifisches Gewicht 1° B. beträgt.

b. Berlinerblau entsteht durch Einwirkung von gelbem Blutlaugensalz auf Eisenoxydlösungen (Eisenchlorid, essigsaures Eisen u. a.). Man tränkt zunächst das Holz mit einer ziemlich verdünnten Eisenlösung und bestreicht es dann mit der ebenfalls nicht sehr concentrirten Lösung von Blutlaugensalz. Die Anwesenheit von Gerbsäure in manchen Holzarten dürfte jedoch das Gelingen dieser Färbung mitunter vereiteln.

c. Anilinblau wird zum Blaufärben in derselben Weise, wie Anilinroth zum Rothfärben benutzt.

Gelbbeize.

Hierfür geeignete Farbstoffe sind Gelbholz, Orlean, Curcuma [3]),

---

[1]) Wurzel der im mittleren und südlichen Europa und in Asien wachsenden Färberröthe.

[2]) Indigo ist der bekannte blaue, aus dem Safte verschiedener Pflanzen dargestellte Farbstoff, unlöslich in Wasser, löslich in concentrirter Schwefelsäure; Indigcarmin oder blauer Carmin ein aus dem Indigo dargestellter, in 140 Thln. Wasser löslicher Farbstoff.

[3]) Die Wurzel einer in Ostindien wachsenden Pflanze.

Quercitron [1]). In allen Fällen wird das Holz mit Alaunlösung oder Zinnsalzlösung vorgebeizt, dann mit dem Auszuge der betreffenden Farbe behandelt.

Anilingelb, in der 30 fachen Menge Weingeist gelöst und in derselben Weise wie die schon erwähnten braunen, rothen und blauen Anilinfarben verwendet, giebt besonders auf weissem Holze eine prachtvolle Färbung. Durch Vermischen desselben mit Corallin lassen sich verschiedenartige Farbentöne hervorbringen.

Grünbeize.

Man färbt das Holz zunächst gelb und behandelt es dann mit verdünnter schwefelsaurer Indigolösung (in den Färbereien zu haben).

Oder man kocht 1 Thl. Weinstein und 4 Thle. Grünspan eine Stunde lang in 24 Thln. Weinessig, setzt $^1/_{50}$ Theil eisenfreien Alaun zu, lässt das Gemisch einige Tage stehen und legt alsdann das Holz hinein. Durch Zusatz von $^1/_{24}$ Thl. Safflor [2]) erhält man grasgrüne Färbungen.

Anilingrün, in 12 Thln. Weingeist gelöst und wie die übrigen Anilinfarben verwendet, giebt schöne grüne Färbungen.

IV. Das Ueberziehen.

Diese Ueberschrift umfasst eine Anzahl von Arbeiten, welche sich im Wesentlichen nur durch die Verschiedenheit der als Ueberzüge benutzten Stoffe unterscheiden. Der Zweck dieser Arbeiten ist gewöhnlich ebensowohl die Erhaltung als die Verschönerung der fertigen Holzwaaren; man giebt ihnen einen Ueberzug, um sie gegen die Einwirkungen der Feuchtigkeit zu schützen und stellt selbstverständlich diesen Ueberzug in einer Weise her, dass der Gebrauchsgegenstand ein dem Auge möglichst wohlgefälliges Aeussere erhält. Mitunter allerdings drängt der eine Zweck den anderen merklich in den Hintergrund; so kann beim Theeren hölzerner Stangen von einer Verschönerung derselben durch den Theeranstrich wohl kaum die Rede sein, während bei der Vergoldung oder Versilberung des Holzes gerade die Verschönerung die Hauptsache ist.

1. Das Anstreichen.

Man versteht unter diesem Ausdrucke das Ueberziehen mit einer undurchsichtigen, färbenden Substanz, welche mit dem Pinsel aufge-

[1]) Rinde der in Nordamerika wachsenden Färbereiche.
[2]) Getrocknete Blumenblätter der Färbedistel.

tragen wird. Die Farbe des Anstrichs kann entweder von der des Holzes vollständig abweichend sein, oder, wenn der Charakter des Gegenstandes als Holzwaare hervorgehoben werden soll, mit derselben übereinstimmen, so dass eine Nachahmung des Holzes auf wirklichem Holze entsteht.

a. Das Theeren.

Wie schon oben angedeutet wurde, findet dieses Verfahren nur dann Anwendung, wenn es sich einfach um Ertheilung eines Schutzes gegen Feuchtigkeit ohne Rücksicht auf Verschönerung handelt: für Stangen an Bäumen, Zaunpfähle und dergleichen. Man benutzt Steinkohlentheer, wie er in den Gasanstalten gewonnen wird, dickt ihn durch Einkochen in einem eisernen Kessel ein, bis er in der Kälte eine zähe Masse bildet, im erwärmten Zustande aber noch vollständig flüssig ist, und bestreicht mit dem erhitzten Theer die betreffenden Gegenstände. Der Ueberzug erstarrt rasch und bildet, wenn er gut aufgetragen wurde, einen ziemlich dauerhaften Schutz. Ein Zusatz von ein wenig gebranntem Kalk zu dem Theer beim Kochen erhöht den Glanz des Anstrichs und beschleunigt das Dickwerden, allzu reichlicher Zusatz jedoch erschwert das Erstarren beim Erkalten.

Mitunter bestreut man die mehrmals getheerten Gegenstände, bevor die letzte Theerschicht erstarrt ist, mit feinem Sande und ertheilt ihnen dadurch das Aussehen von Sandstein.

b. Das Anstreichen mit Farben.

Je nachdem es sich darum handelt, dem Holze nur einen rasch trocknenden, billigen, aber weder besonders haltbaren noch gegen Nässe schützenden, farbigen Ueberzug zu geben, oder einen Anstrich herzustellen, welcher ebensowohl selbst ein Abwaschen mit Wasser erträgt, als das Eindringen der Feuchtigkeit in das Holz erschwert, wendet man Leimfarben oder Oelfarben an. Die Leimfarben werden durch einfaches Anrühren der feingeriebenen käuflichen Farben mit Leimwasser bereitet; die Oelfarben durch Zusammenreiben der Farben auf einem Reibsteine oder in einer Farbereibmaschine mit einem Oelfirnisse und späteres Verdünnen mit demselben Firnisse bis zu der erforderlichen Consistenz. Die Oelfirnisse werden durch anhaltendes Kochen des Oels (gewöhnlich Leinöls, für werthvollere Gegenstände auch des Nussöls oder Mohnöls) mit sauerstoffabgebenden Substanzen unter Luftzutritt bereitet; als solche Substanzen pflegt man Bleiglätte, Zinkoxyd, Braunstein zu benutzen (auf 1 Thl. Oel $^1/_{16}$ Thl. Bleiglätte oder Zinkoxyd, beziehentlich $^1/_{10}$ Thl. Braunstein). Nicht selten fügt man der fertig bereiteten Oelfarbe noch etwas Terpentinöl hinzu, wodurch eine dünnflüssigere Beschaffenheit erreicht, die Herstellung der Anstriche mithin erleich-

tert, das Trocknen aber verzögert wird. Umgekehrt wird ein rasches Trocknen der Oelfarbe erreicht, wenn man dem Firniss bei der Bereitung eine kleine Menge Manganborat (borsaures Mangan, auf 1000 Thle. Firniss 1 Thl. dieses Salzes) zusetzt. Firnisse und Siccative (Zusätze zur Beschleunigung des Trocknens) kommen fertig bereitet in den Handel und brauchen nur mit der Farbe abgerieben zu werden.

Die zum Anstreichen des Holzes vorzugsweise benutzten Farben sind folgende:

Weiss.

Bleiweiss.
Zinkweiss (für Oelfarben nur mit bleifreiem Firniss benutzbar).
Permanentweiss (Barytweiss), für Oelfarben.
Schlemmkreide (für Leimfarben).

Gelb und Braun.

Chromgelb.
Mineralgelb.
Schüttgelb.
Oker.
Terra di Siena.
Umbra.
Kasseler Braun.

Roth.

Kolkothar (Eisenmennige).
Mennige (nur für Oelfarben).

Blau.

Berliner Blau.
Indigo (nur für Oelfarben).
Bergblau (nur für Leimfarben).
Kobaltblau.
Ultramarin.

Grün.

Schweinfurter Grün (sehr giftig).
Grünspan.
Berggrün.
Bremer Grün (Bremer Blau mit Oel angerieben).

Schwarz.

Frankfurter Schwarz.
Kienruss.
Beinschwarz.

Vor dem Anstreichen füllt man die im Holze befindlichen kleinen Spalten oder Löcher mit Glaserkitt aus und beginnt dann mit dem Grundiren. Man versteht darunter das Auftragen einer billigen Farbe, welche später durch darüber kommende Anstriche gedeckt wird. Beim Anstreichen mit Leimfarben pflegt man für den „Grund" Schlemmkreide, beim Anstreichen mit Oelfarbe Bleiweiss zu benutzen. Wenn dieser erste Anstrich völlig trocken geworden ist, folgt ein zweiter, über diesem ein dritter, u. s. f. Bei Benutzung von Oelfarbe pflegt man ausser dem Grunde drei Anstriche zu geben, von denen der erste und zweite häufig noch mit einer wohlfeileren, aber ähnlich aussehenden Farbe gegeben wird, während der obere erst die eigentliche Färbung hervorbringt. Wendet man für den letzten Anstrich sogenannte Lasurfarben an, d. h. solche, welche, mit Terpentinöl abgerieben, die darunter liegende Farbe nicht völlig verdecken, sondern durchscheinen lassen, so kann man durch entsprechende Wahl der oberen und unteren Farbe sehr mannigfache Farbentöne hervorbringen. Solche Lasurfarben sind z. B. Ultramarin, Indigo, Saftgrün, Carmin, Indisch Gelb u. a. m. Den Gegensatz zu den Lasurfarben bilden die Deckfarben, welche die darunter liegende Farbe völlig verdecken (Blei- und Zinkweiss, Kobaltblau, Oker, Terra di Siena, Umbra, Kasseler Braun, Chromgelb, Blei- und Eisenmennige, sämmtliche schwarze Farben).

Soll, wie es bei Möbeln, Thüren, Fenstern etc. sehr häufig vorkommt, durch die letzten Anstriche das Aeussere gewisser Holzarten nachgeahmt werden, so malt man mit einer etwas dunkleren Farbe auf dem zuletzt gegebenen einfarbigen Anstriche die eigenthümliche Maserung der betreffenden Holzart nach. Auf mechanischem Wege lässt sich diese Aufgabe mit Hülfe einer aus Guttapercha gefertigten Walze lösen, auf deren Umfange die betreffenden Zeichnungen vertieft angebracht sind. Man überstreicht die ganze Fläche des Arbeitsstückes, welches in dieser Weise bemalt werden soll, zunächst gleichmässig mit der betreffenden Farbe und rollt dann die Walze über die noch frische Farbe hin. Da, wo die vertieften Zeichnungen auf der Walzenoberfläche sich befinden, bleibt die Farbe stehen, an den übrigen Stellen wird sie durch die Walze entfernt.

2. Das Ueberziehen mit Wasserglas.

Man wendet dieses Verfahren in solchen Fällen an, wo dem Holze ein Schutz gegen Entzündung gegeben werden soll und erzielt dadurch zugleich eine längere Dauerhaftigkeit desselben gegenüber den Einflüssen der Feuchtigkeit. Wasserglas ist ein Alkalisilikat, durch Schmelzen von Quarzsand mit alkalischen Salzen (Pottasche, Soda) technisch dargestellt, welches sich beim Kochen in Wasser löst und an der Luft rasch erhärtet. Es ist im festen und im gelösten Zustande (als sogenanntes

präparirtes Wasserglas und zwar mit 33 Proc. und mit 66 Proc. Gehalt) käuflich zu haben. Bei der Benutzung giebt man dem Holze zuerst mit einer verdünnten Lösung (bei Anwendung von 33 procentiger Wasserglaslösung verdünnt man noch mit der doppelten Menge Regenwasser), dann mit immer stärkeren Lösungen mehrere Anstriche, wobei man Sorge trägt, den folgenden Anstrich erst dann aufzutragen, wenn der vorausgegangene vollständig trocken geworden ist (nach Verlauf von mindestens 24 Stunden). Im Ganzen pflegt man fünf bis sechs Anstriche zu geben und zu dem letzten eine Lösung zu verwenden, bei der die 33 procentige Lösung nur noch mit der gleichen Menge Regenwasser verdünnt ist. Durch Zusatz von Kreide oder Knochenasche zu der Wasserglaslösung wird die Feuerfestigkeit der damit bestrichenen Gegenstände noch mehr erhöht, allerdings aber auch das schöne Aussehen derselben in nicht immer zulässiger Weise geschmälert.

3. Das Firnissen und Lackiren.

Firnisse und Lacke nennt man öl- oder harzartige Flüssigkeiten, welche, in dünner Schicht ausgebreitet und der Luft ausgesetzt, zu glänzenden harten Körpern erstarren und auf Grund dieser Eigenschaft zum Ueberziehen von Holz- und Metallwaaren benutzt werden, theils um ihnen einen stärkeren Glanz zu verleihen, theils um sie gegen Feuchtigkeit etc. zu schützen und das Abwaschen derselben zu ermöglichen. Im engeren Sinne sind Firnisse die durch Kochen bestimmter Oele mit oxydirenden Substanzen gewonnenen zähen Flüssigkeiten, welche zur Bereitung der Oelfarben, wie oben beschrieben, aber auch zum ferneren Ueberziehen der schon mit Farbe gestrichenen Gegenstände benutzt werden; Lackfirnisse dagegen Auflösungen von Harzen (Lacken) in Leinölfirniss, Weingeist oder Terpentinöl, welche durch stärkeren Glanz vor den einfachen Firnissen sich auszeichnen. Man unterscheidet demnach Oellackfirnisse oder fette Lackfirnisse, Weingeistlackfirnisse und Terpentinöllackfirnisse oder Essenzfirnisse, je nachdem das eine oder andere Lösungsmittel für das betreffende Harz verwendet worden war. Die Oellackfirnisse werden beim Gebrauche nicht selten mit Terpentinöl, auch wohl an Stelle desselben mit Benzin oder Petroleum vermischt; auch den Weingeistfirnissen setzt man schon bei der Bereitung häufig Terpentinöl zu.

Die Firnisse und Lackfirnisse sind durchsichtig, einzelne farblos, so dass die natürliche oder vorher aufgetragene Farbe unter dem Ueberzuge unverändert sichtbar bleibt; andere sind gelblich, braun oder dergleichen gefärbt und beeinflussen demnach auch die Farbe des mit ihnen überzogenen Arbeitsstückes. Nicht selten setzt man absichtlich färbende Substanzen zu, um diesen oder jenen Farbenton hervorzubringen.

Zu den Oellackfirnissen auf Holzwaaren benutzt man vorzugsweise Bernstein- und Copallack. Der Bernsteinlack ist gelblich gefärbt, der Copallack farblos. Die Bereitung geschieht durch Auflösen des geschmolzenen Harzes in dem siedenden Leinölfirniss; doch wird man meistens die fertig bereiteten Oelfirnisse kaufen. Dieselben lassen sich in verschlossenen Gefässen lange Zeit aufbewahren und nehmen durch längeres Stehen an Güte eher zu als ab, besitzen einen starken Glanz, der sich durch Schleifen und Poliren noch beträchtlich erhöhen lässt, und bedeutende Festigkeit.

Zu den Weingeistfirnissen benutzt man Sandarak, Mastix, Dammarlack, Gummilack, Schellack u. a., auch bisweilen Copallack, z. B. 10 Thle. Sandarak, 1 Thl. venetianischen Terpentin in 30 Thln. Weingeist, oder 1 Thl. Schellack in 5 Thln. Weingeist; oder 6 Thle. westindischen, recht hellen Copallack mit einem Gemische aus 98 procentigem Weingeist (6 Thle.), Schwefeläther (10 Thle.) und Terpentinöl (4 Thle.) gelinde bis zur völligen Lösung erwärmt. Sogenannter Goldfirniss ist ein mit Drachenblut oder Anilinfarben (Korallin, Fuchsin u. a.) roth gefärbter Weingeistlackfirniss, welcher unter entsprechender Vermischung mit einem zweiten mit Gummigutt versetzten und dadurch gelb gefärbten Firniss zum Ueberziehen von versilberten Holzgegenständen (wie auch Metallwaaren) benutzt wird und ihnen dadurch ein goldartiges Aussehen ertheilt. Der Firniss kann beispielsweise durch Auflösen von 36 Thln. Schellack in 60 Thln., 5 Thln. Mastix in 10 Thln., 3 Thln. Sandarak in 10 Thln., 5 Thln. Gummigutt in 10 Thln., 1 Thl. Drachenblut in 2 Thln., 3 Thln. Sandelholz in 10 Thln., 3 Thln. Terpentin in 6 Thln. starken Weingeistes und Vermischen sämmtlicher Lösungen bereitet werden; oder man löst 2 Thle. Schellack, 4 Thle. Sandarak und 4 Thle. Elemiharz in 40 Thln. Weingeist, versetzt je eine solche Lösung mit dem gelben oder rothen Farbstoffe und vermischt sie in solcher Weise, dass der gewünschte Farbenton erscheint.

Die Weingeistlackfirnisse trocknen rasch, eignen sich aber weniger gut als die Oellackfirnisse zum Schleifen und Poliren (mit Ausnahme des Copallackfirnisses) und nehmen bei längerem Stehen eine dunklere Farbe an, werden auch durch Verdunstung des leichtflüchtigen Lösungsmittels dickflüssig und lassen sich deshalb am besten im frisch bereiteten Zustande verwenden.

Die Essenzlackfirnisse, welche durch Auflösen von Mastix oder anderen Harzen in Terpentinöl dargestellt werden, finden seltener für Holzwaaren als für Oelgemälde Verwendung. Sie glänzen stark, erlangen aber nicht die Härte der anderen Lackfirnisse.

Das Verfahren des Firnissens und Lackirens ist nach der Beschaffenheit der Arbeitsstücke verschieden. Handelt es sich nur darum, einem nicht mit Farbe zuvor gestrichenen Gegenstande einen Firnissüberzug zu geben, so pflegt man Weingeistfirniss zu benutzen. Das Holz wird zuvor geschliffen, dann mit heissem Leimwasser getränkt (damit nicht

die Poren desselben den Firniss aufsaugen), getrocknet und abermals mit Sand- oder Glaspapier abgerieben, so dass von dem Leime auf der Oberfläche nichts zurückbleibt. Nun folgt das Auftragen des Firnisses mit Hülfe eines Pinsels.

Sollen dagegen ebene und mit Farbe überzogene Flächen einen spiegelnden Glanz erhalten (Lackiren im engeren Sinne), so verfährt man folgendermaassen: Zunächst wird das zuvor glatt geschliffene Holz mit heiss aufgestrichenem Leinölfirniss, dem man etwas Bleiweiss und Umbra beigemengt hat, getränkt, dann mehrere Male mit einer in Bernsteinfirniss abgeriebenen Grundfarbe, zu der man Bleiweiss, Mennige, Umbra zu benutzen pflegt, gestrichen und nach dem Trocknen des letzten Anstriches mit Bimssteinpulver und Wasser unter Anwendung eines Stückes Filz glatt geschliffen. Alsdann folgen mehrere Anstriche mit der in Bernstein- oder Copalfirniss abgeriebenen Hauptfarbe und abermaliges Schleifen. Zuletzt giebt man zwei bis drei Ueberzüge aus reinem Copalfirniss, deren jeder mit Bimsstein und darauf mit Tripel geschliffen und polirt wird.

Ein auch von Laien bisweilen geübtes Verfahren, um auf Gegenständen aus hellem Holze (Linde, Ahorn und dergleichen) oder nach vorher gegebenem weissem Anstriche Kupferstiche oder Lithographien zu übertragen, ist folgendes: Das Holz erhält zunächst einen mehrmaligen Anstrich mit einem Weingeist- oder Terpentinölfirniss aus Sandarak; bevor der letzte derselben ganz trocken geworden ist, legt man den zuvor in warmem Wasser erweichten, durch Pressen zwischen Löschpapier oberflächlich getrockneten und ebenfalls mit Firniss überzogenen Stich mit der Bildseite auf das Holz und drückt ihn mit Baumwolle gut an. Nachdem er hier etwas angetrocknet ist, wird das Papier durch Abreiben mit einem nassen wollenen Läppchen, dann mit dem in Oel getauchten Finger vorsichtig bis auf ein zartes Häutchen entfernt und nun erst der Firniss vollständig getrocknet. Alsdann giebt man einen Ueberzug von weingeistigem Sandarakfirniss, wobei die letzten Papierreste sich von selbst ablösen, schleift denselben mit einem mehrere Tage in Baumöl geweichten Stück Schachtelhalm und Leinölfirniss, reinigt ihn durch Abreiben mit einem feinen Läppchen, Bepudern mit Haarpuder und abermaliges Abreiben und giebt zuletzt noch einen Ueberzug aus Sandarakfirniss. Soll die Abbildung auf dem Holze nicht verkehrt, sondern in derselben Weise wie auf dem Originale erscheinen, so überträgt man sie zunächst auf ein mit Leimwasser getränktes und mit Firniss überzogenes Stück Zeichenpapier, dann von diesem auf das Holz.

4. Das Bronziren.

Man bezweckt durch diese Arbeit, den Holzwaaren das Aussehen von Metallgegenständen — Antikbronze, Kupfer, Gold oder Silber — zu

geben. Als Material hierzu dienen die käuflichen Bronzepulver von weisser, gelber, rother, grüner und anderer Farbe. Das Verfahren hierbei ist ein verschiedenes, je nachdem ganze Flächen gleichmässig bronzirt werden sollen, so dass sie als Mattgold, Mattsilber u. s. w. erscheinen, oder je nachdem man jene antiken, glanzlosen, mit Platina bedeckten und nur an einzelnen hervorragenden Stellen die metallische Beschaffenheit zeigenden Bronzen nachzuahmen beabsichtigt. Im ersteren Falle wird der zu bronzirende Gegenstand mehrmals mit Leimfarbe grundirt und das Bronzepulver auf den letzten Anstrich, welchem man für Goldbronze etwas gelbe Farbe (Oker, Chromgelb), für Silberbronze etwas Bleiweiss zusetzt, bevor er ganz trocken geworden ist, mit Hülfe eines feinen Haarpinsels aufgetragen. Zur Nachahmung antiker Bronze dagegen streicht man den Gegenstand zuerst mit Oelfarbe grün, so dass eine möglichst getreue Nachahmung des Farbentones der alten Bronze entsteht, überzieht den Anstrich mit Leinölfirniss, reibt, ehe derselbe trocken geworden ist, auf die hervorragenden Stellen das betreffende Bronzepulver vorsichtig mit dem mit Leinölfirniss benetzten Finger auf und überzieht schliesslich das Ganze mit weingeistigem Sandarakfirniss, um den wenig angenehmen (nassen) Glanz des Leinölfirnisses zu mildern.

5. Das Vergolden und Versilbern.

Dasselbe wird durch Ueberziehen des fertigen Gegenstandes mit echtem oder unechtem Blattgolde oder Blattsilber bewirkt. Bevor jedoch diese Arbeit ausgeführt werden kann, ist eine sorgfältige Grundirung des Holzes erforderlich. Gegenständen, welche der Witterung nicht ausgesetzt sind (Spiegel- und Bilderrahmen, Möbeltheilen etc.), giebt man eine Leimgrundirung, solchen, welche im Freien stehen und eines Schutzes gegen die Einflüsse der Witterung bedürfen (Kutschentheilen etc.) eine Oelgrundirung. Auch auf matten (nicht glänzenden) Theilen von verzierten Rahmen u. s. w. wendet man häufiger Oel- als Leimgrundirung an.

Der Leimgrund besteht aus einer Leimfarbe, gewöhnlich Schlemmkreide. Derselbe wird durch mehrmaliges (3- bis 12 maliges) Anstreichen des Holzes mit der heissen Leimfarbe aufgetragen. Vor dem Auftragen jedes neuen Anstriches muss der voraufgegangene vollständig ausgetrocknet sein. Je gleichmässiger und sorgfältiger diese Arbeit ausgeführt wird, je weniger also die Umrisse des betreffenden Gegenstandes an Schärfe einbüssen, desto schöner fällt die Vergoldung aus. Um die trotzdem entstandenen Unebenheiten abzunehmen, wird der letzte Anstrich nach dem Trocknen mit Schachtelhalm oder Bimsstein und Wasser vorsichtig abgerieben. Auf diesen Grund kommt nun, sofern Glanzvergoldung hergestellt werden soll, ein Ueberzug, das Poliment genannt, welcher aus sehr fein geschlemmtem, mit etwas Fett und Seifenlösung angefeuchtetem und vor dem Gebrauche mit klarer Leimlösung ver-

mischtem weissem Thon besteht. Das Poliment wird in vier bis fünf Anstrichen mit einem Haarpinsel aufgetragen, wobei ebenfalls der vorausgegangene Anstrich vollständig trocken sein muss, bevor der nachfolgende aufgetragen werden kann. Nach Beendigung dieser Arbeit wird das getrocknete Poliment durch Abreiben mit einem trockenen Leinentuche geglättet und es folgt dann das Auflegen der Metallblättchen. Zu diesem Zwecke wird die betreffende Stelle zunächst mit Wasser angefeuchtet, dann das Metall vorsichtig aufgelegt und mit Pinseln angedrückt. Auf dem angefeuchteten Polimente haften die aufgelegten Blättchen vollständig fest, ohne dass ein anderes Bindemittel erforderlich wäre. Schliesslich wird der Ueberzug durch vorsichtiges Reiben mit einem Polirsteine polirt; oder, wenn er matt werden soll, mit schwachem Leimwasser bestrichen.

Der Oelgrund besteht aus Farben, Bleiweiss, Bleiglätte u. a., die in Leinölfirniss abgerieben wurden. Er wird durch mehrmaligen Anstrich aufgetragen, und auf den letzten Anstrich werden, bevor er ganz trocken geworden ist, die Goldblättchen aufgelegt und festgedrückt. Soll die Oelvergoldung jedoch Glanz erhalten, so giebt man über dem Grunde zuvor einige Anstriche mit Copalfirniss, schleift mit Schachtelhalm, polirt mit Tripel, Wasser und feinem Wollenzeug, überzieht die geschliffene Fläche mit einem sehr zarten Firnissanstriche (Goldgrund genannt) und legt auf diesen die Metallblättchen auf.

Will man nicht ganze Flächen, sondern nur einzelne Linien vergolden (bei Wappen, Namenszügen u. s. w.), so zieht man dieselben, nachdem die Grundirung beendet ist, mit gelber Oelfarbe, verfährt dann wie vorstehend beschrieben wurde, überzieht aber schliesslich nur jene Linien vorsichtig mit dem letzten Firnissanstriche, legt die, etwas breiter als der Breite der Linien entsprechen würde, abgeschnittenen Goldblättchen auf und entfernt schliesslich, wenn Alles vollständig trocken geworden ist, das überstehende Gold mit dem Pinsel. Um die Oelvergoldung zu schützen, giebt man ihr schliesslich einen Ueberzug von hellem Copallack.

6. Das Poliren.

Unter Poliren der Holzwaaren versteht man die durch Aufreiben bewirkte Herstellung eines spiegelblanken Ueberzuges, welcher ebensowohl als Schutz gegen Feuchtigkeit, wie als Verschönerung des betreffenden Gegenstandes dient. Als Material für diesen Ueberzug dient bei Möbeln und ähnlichen Gegenständen ein weingeistiger Lackfirniss (gewöhnlich Schellack), bei Parquetfussböden Wachs. Je nachdem die Politur mit dem einen oder anderen dieser Körper hergestelllt wird, zeigt das Verfahren besondere Eigenthümlichkeiten.

Für das *Poliren mit Schellack* wird der betreffende Holzgegenstand zunächst, wie es oben beschrieben wurde, mit Bimsstein und Oel (vom besten gekochtem Leinöl) sorgfältig geschliffen und dann durch Abreiben mit Filz, Sägemehl u. s. w. gründlich von allem anhaftenden Schleifpulver gereinigt. Je besser dieses Schleifen ausgeführt wird, desto schöner fällt die Politur aus. War das Holz gebeizt, so ist ein vollständiges Austrocknen desselben vor dem Schleifen unerlässlich, damit nicht die in den Poren befindliche und durch das zum Schleifen verwendete Oel eingeschlossene Feuchtigkeit Fäulniss hervorrufe; ebenso ist es rathsam, vor dem Beginne des Polirens das in den Poren zurückgebliebene Leinöl vollständig austrocknen zu lassen. Der Entstehung glanzloser Flecke, wenn man nicht trocknende Oele zum Schleifen anwendete, wurde schon a. S. 169 gedacht. Zur Ausführung des eigentlichen Polirens nimmt man nun ein mehrfach zusammengelegtes Wollenläppchen (Stück eines alten Strumpfes oder dergl.), befeuchtet dasselbe mit der Politurflüssigkeit (Auflösung von Schellack in der vier- bis sechsfachen Menge Alkohol; zum Poliren hellfarbiger Möbeln muss gebleichter Schellack verwendet werden), schlägt es in einen Lappen reiner alter Leinwand, dreht die Enden desselben so zusammen, dass sie einen bequemen Handgriff abgeben und giebt auf die untere Fläche dieses solcherart entstehenden Ballens einige Tropfen gereinigten Leinöls, um den Reibungswiderstand auf dem Holze zu verringern. Nun drückt man diese Fläche leicht gegen die Holzfläche und fährt in geradlinigen und kreisförmigen Zügen auf derselben hin und her. Die in dem Ballen befindliche Lacklösung schwitzt hierbei allmälig durch die Leinwand hindurch und wird in gleichmässiger Vertheilung auf der Holzoberfläche eingerieben, wo sie nach Verflüchtigung des als Lösungsmittel dienenden Alkohols einen festen, glänzenden Ueberzug bildet. Ist die Polirflüssigkeit in dem Wollenläppchen verbraucht, so wird dasselbe auf's Neue befeuchtet. Grosse Reinlichkeit ist für die Herstellung einer schönen Politur durchaus erforderlich; das Lokal, in welchem die Arbeit des Polirens vorgenommen wird, muss möglichst staubfrei sein und im Winter geheizt werden, da in der Kälte der Firniss krümlig werden und sich ungleich ausbreiten würde. Während der Polirballen das Holz berührt, muss er in unausgesetzter Bewegung bleiben; ruht er auf irgend einer Stelle, so entsteht hier ein Flecken, der sich nur schwer beseitigen lässt.

Um der in solcher Weise aufgetragenen Politur nun, nachdem sie vollständig hart geworden ist, eine letzte Vollendung zu geben, benetzt man ein Stückchen feiner Leinwand mit gutem Baumöl, streut etwas feinen Tripel darauf und reibt hiermit die Oberfläche so lange, bis sie den höchsten Glanz erreicht hat; schliesslich reinigt man sie von dem noch anhaftenden Oele durch Abwischen mit einem weichen Leder.

Beim Poliren schwarzer Gegenstände streut man, nachdem die Politur fast beendet ist, auf den mit schwacher Schellacklösung befeuchteten Ballen etwas Indigo, schlägt die Leinwand wie gewöhnlich darüber und

polirt hiermit fertig. Man ertheilt dadurch dem Holze eine tiefere, schönere Farbe.

Gedrechselte Waaren werden ohne Weiteres auf der Drehbank durch Anhalten des Polirballens polirt.

Für das *Poliren mit Wachs* (Bohnen, Wichsen) verkittet man zunächst etwa vorhandene Nagellöcher u. dergl. mit einem aus 1 Theil Käse, 1/4 Theil gelöschtem Kalke und 1 Theil Sägemehl bestehendem Kitte, schleift dann das Holz mit Bimsstein oder Glaspapier, entfernt den Schleifstaub und trägt nun die Polirmasse, aus reinem, gelbem oder weissem Wachse, dem man etwas Terpentinöl zugesetzt hat, bestehend, nachdem sie durch Erwärmen erweicht worden ist, mit einer Bürste gleichmässig auf, glättet den Ueberzug nach Verlauf von etwa 10 Stunden durch Behandeln mit einer scharfen Bürste und giebt ihm endlich durch Abreiben mit einem wollenen Lappen den höchsten Glanz.

Literatur über Erhaltungs- und Verschönerungsarbeiten.

Ueber Imprägniren:

Karmarsch-Heeren, Technisches Wörterbuch. 3. Aufl., bearbeitet von Kick und Gintl, Prag 1879. Bd. IV, S. 392.

Heusinger, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik. Leipzig 1870, Bd. I, S. 127.

R. Gottgetreu, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien. 3. Aufl., Berlin 1880, Bd. I, S. 513.

E. Buresch, Der Schutz des Holzes gegen Fäulniss und sonstiges Verderben. 2. Aufl., Dresden 1880.

Ueber sämmtliche übrige Arbeiten:

Karmarsch-Hartig, Mechanische Technologie. 5. Aufl., Hannover 1875, Bd. I, S. 777.

Ueber Herstellung von Goldleisten:

R. v. Pöppinghausen, Die Fabrikation der Goldleisten. Weimar 1872.

Recepte und Vorschriften zum Beizen, Anstreichen, zur Zubereitung der Lacke, zum Poliren u. s. w. finden sich ausserdem in folgenden Werken:

Aug. Graef, Die moderne Bautischlerei. 9. Aufl., Weimar 1878, S. 170.

H. F. A. Stoeckel, Der Bau-, Kunst- und Möbelschreiner. 7. Aufl., bearbeitet von A. Graef. Weimar 1878, S. 51.

Wilh. Rausch, Handbuch für Wagenfabrikanten. Weimar 1877, S. 101.

Wilh. Schmidt, Das Beizen, Schleifen und Poliren des Holzes. 6. Aufl., Weimar 1878, S. 84.

Zweiter Theil.

Specielle Beispiele der Holzverarbeitung.

---

1. Die Tischler- oder Schreinerarbeiten.

Unter allen Gewerben, welche die mechanische Verarbeitung des Holzes betreiben, ist die Tischlerei zweifellos das ausgedehnteste. Ist es doch der Tischler, welcher nicht allein unsere Wohnungen durch Anfertigung der Thüren, Fensterrahmen, Fussböden erst benutzbar macht, sondern welcher auch innerhalb unseres Daheims uns erst unsere Behaglichkeit schafft, indem er uns mit allen den zahlreichen Gegenständen umgiebt, welche wir als Möbeln zu bezeichnen pflegen und deren auch der Aermste nicht ganz entbehren kann.

Obgleich das Gebiet der Tischlerei sich mit demjenigen anderer Gewerbe, insbesondere des Zimmerhandwerks, oft nahe berührt, so ist doch andererseits durch das Herkommen die Grenze der Tischlerarbeiten ziemlich scharf festgelegt. Der Zimmermann fertigt bei einem Baue die eigentlichen Constructionstheile aus Holz: Schwellen, Pfosten, Balken, Dachbinder u. s. w.; der Tischler die Bekleidungen und Ausfüllungen. In manchen Gegenden betrachtet man die Anwendung des Leimes als das charakteristische Merkmal der Tischlerei gegenüber der Zimmermannsarbeit. Ausgeschlossen von der Tichlerei ist ferner die Anfertigung solcher Gegenstände, für die eine ganz besondere Kenntniss ihrer Einrichtung u. s. w. erforderlich ist: Wagen aller Art, Fässer u. a. m.

Das vom Tischler am häufigsten benutzte Holz ist Tannen- und Fichtenholz, welches vor anderen Holzarten den Vortheil eines geringen Gewichtes, der Leichtbearbeitbarkeit und verhältnissmässigen Billigkeit besitzt; nicht ganz so häufig findet Kiefernholz für Tischlerarbeiten Verwendung, welches, obwohl durch Zähigkeit und Dauerhaftigkeit ausgezeichnet, doch einestheils einen, wenigstens bei feineren Gegenständen

unangenehmen Harzgeruch besitzt, anderntheils unter dem Hobel leicht reisst und deshalb weniger glatte Flächen giebt. Für besondere Zwecke aber verwendet der Tischler zahlreiche andere Holzarten, theils in massiven Stücken, theils in dünn geschnittenen Tafeln (Furnieren) zur Bekleidung von Gegenständen aus den genannten, weniger werthvollen und im Aeusseren weniger ansprechenden Holzarten. Hierher gehören Ulmen, Ahorn, Eschen, Erlen, Birken, Nussbaum, Linden, Birn-, Kirschen- und Pflaumenbaum (letztere drei Holzarten besonders für feinere, geschnitzte oder gedrechselte Gegenstände), Eichen, Mahagoni u. a. Seltener wird Buchenholz benutzt, welches starkem Werfen unterworfen ist und leicht stockig wird; nur für Anfertigung gröberer Maschinentheile ist das Rothbuchen- und mehr noch das Hainbuchenholz seiner Zähigkeit und verhältnissmässigen Wohlfeilheit halber geschätzt.

Bei den grossen Einflüssen, welche der Feuchtigkeitsgrad, die Textur (Fasernlauf, Dichtigkeit u. s. w.), sowie etwaige Fehler des Holzes auf die Beschaffenheit und Dauerhaftigkeit der aus der Tischlerwerkstatt hervorgehenden Erzeugnisse ausüben, ist die Auswahl des Holzes beim Ankaufe, wie die Art und Weise der Aufbewahrung desselben, eine Aufgabe von höchster Wichtigkeit für den Tischler. Man kauft das Holz entweder in ganzen Stämmen oder bereits zu Brettern zerschnitten. Man beachte den Abstand der Jahresringe, wie den Lauf der Fasern. Je kleiner die Abstände zwischen den Jahresringen sind, desto dichter, fester, dauerhafter ist das Holz. Sehr weit von einander stehende Jahresringe kennzeichnen ein poröses, dem raschen Verderben, wie dem Schwinden und Quellen in erhöhtem Maasse ausgesetztes Holz. Drehwüchsiges Holz (S. 31) lässt sich schon vor dem Zertheilen an dem spiralförmigen Laufe der Fasern am Umfange erkennen; am deutlichsten, wenn die Rinde entfernt wird; aber auch schon an der Rinde selbst pflegt diese Eigenschaft bemerkbar zu sein. Solches Holz lässt sich nur für die gewöhnlichsten Gegenstände benutzen, da es einem steten Werfen ausgesetzt ist. Die Hirnseite des Holzes muss glatt, ohne Risse und Sprünge sein; die Farbe muss ganz allmälig vom Splinte nach dem Kerne zu dunkler werden. Scharf abgegrenzte Flecke deuten dagegen mit Sicherheit auf beginnende Fäulniss. Astreiches Holz ist wenig tauglich für Tischlerarbeiten. Ein ziemlich sicheres Merkmal für die Beschaffenheit des Holzes bietet der Klang desselben beim Aufschlagen mit einem Hammer. Man legt es für diese Prüfung auf Unterlagen und hält das Ohr an eine der Hirnseiten, während die Schläge an die entgegengesetzte Hirnseite geführt werden. Gesundes und trockenes Holz giebt auch bei grosser Länge der Stämme auf diese Weise einen hellen, deutlichen Klang; ist dagegen der Klang hohl und dumpf, oder hört man den Klang gar nicht, so lässt sich auf grosse Feuchtigkeit, anbrüchige Stellen, Kernrisse u. dergl. schliessen.

Sollen die Stämme nicht zu Brettern zerschnitten werden, so sorge man für ein allmäliges Austrocknen durch die schon früher besprochenen Mittel: theilweises Entrinden, Verkleben der Hirnflächen, Auflagern auf

Querschwellen an einem freien, luftigen Orte, ohne dass sie den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt sind; bei längerer Aufbewahrung ein öfteres Wenden, so dass die untere Seite nach oben kommt. Werthvollere Hölzer versieht man mit einem Wetterdache, welches sie vor den Einwirkungen des Regens wie der Sonnenstrahlen schützt, ohne aber den freien Luftzug zu behindern. Geschnittenes Holz dagegen bewahrt man in luftigen Schuppen auf, deren Seitenwände durchbrochen sind, ohne dass jedoch ein allzu scharfer Zug, welcher die Entstehung von Rissen zur Folge haben würde, die Bretter trifft. Dass die einzelnen Bretter durch dazwischen gelegte Klötzchen zu trennen und, wenn möglich, hochkantig zu stellen sind, wurde schon auf S. 22 erwähnt. Kommen, wie es meistens der Fall ist, mehrere Schichten Holz über einander zu liegen, so trenne man sie durch dazwischen gelegte Querhölzer; und von Zeit zu Zeit packe man das Holz um, so dass die unteren Schichten zu oberst kommen.

Da nun aber, um das Holz vollständig lufttrocken werden zu lassen, mehrere Jahre erforderlich sind, so ist für den Betrieb einer Tischlerei ein für mindestens drei bis vier Jahre ausreichender Holzvorrath und ein hinlänglich grosser Raum zur Aufbewahrung desselben unerlässlich.

Die Werkzeuge und Geräthe des Tischlers sind schon im ersten Theile ausführlicher beschrieben worden. Ausser den verschiedenen, zum Messen und Anzeichnen dienenden Werkzeugen gebraucht jeder Tischler eine Hobelbank, verschiedene Messer (Schnitzer), ein Sortiment Loch- und Stechbeitel, kleinere und grössere, gespannte und ungespannte Sägen, eine Zahl verschiedener Hobel, Bohrer nebst Bohrwinde etc.; ausserdem müssen in jeder Tischlerei die auf S. 35 beschriebenen Geräthe zum Festspannen der Arbeitsstücke beim Leimen vorhanden sein. Wo häufig gedrehte (gedrechselte) Theile für die Tischlerarbeiten verwendet werden, fehlt auch die Drehbank nicht, damit nicht der Tischler vom Drechsler abhängig werde.

Mit Recht bürgern sich in neuerer Zeit Werkzeugmaschinen auch in kleineren Tischlereien mehr und mehr ein. Eine Bandsäge sollte in keiner Tischlerwerkstatt fehlen; billiger, aber allerdings nicht so vielseitig anwendbar, ist eine kleine Kreissäge, besonders wenn man die Spindel einer etwa vorhandenen Drehbank zum Aufstecken des Sägeblattes benutzt; eine Bohrmaschine, unter Umständen mit Vorrichtung zum Langlochbohren und Stemmen, kann eine Menge Zeit ersparen; in Bautischlereien kann auch schon eine Stemmmaschine ohne Vorrichtung zum Bohren vorzügliche Dienste leisten. Auch kleine Fräsmaschinen für Handbetrieb, wie sie von verschiedenen Fabriken gefertigt werden, sind in vielen Werkstätten ausserordentlich nützlich. In weit umfangreicherem Maasse lassen sich natürlich Werkzeugmaschinen zur Verwendung bringen, wo Elementarkraft (Dampf, Wasser, Gas) zur Verfügung steht. Hobelmaschinen der verschiedenen Gattungen, wie sie im ersten Theile dieses Buches beschrieben wurden, führen dann in wenigen Minuten

dieselbe Arbeit aus, welche bei Handarbeit Viertel- oder Halbestunden beansprucht; die Fräsmaschinen in ihren verschiedenen Formen erlangen dann erst ihre volle Wichtigkeit; auch die übrigen bereits erwähnten Werkzeugmaschinen, schon mit Hand- oder Fussbetrieb nützliche Gehülfen des Tischlers, gestatten bei Anwendung der Elementarkraft einen raschen Gang und somit eine schleunigere Vollendung der Arbeit. Der Umfang des Betriebes wird hier entscheiden müssen, wie weit die Anwendung der Maschinen auszudehnen ist. Eine grössere Zahl von Werkzeugmaschinen erfordert aber nicht allein ein ziemlich beträchtliches Anlagecapital, sondern auch einen ausgedehnten Platz; und je länger die Stillstände der einzelnen Maschinen sind, desto mehr verlorene Arbeit wird durch die während der Stillstände immerhin umlaufenden Transmissionswellen verbraucht. Um trotzdem auch kleineren Tischlerwerkstätten die Benutzung der Werkzeugmaschinen mit verhältnissmässig geringen Kosten und geringer Platzbeanspruchung zu ermöglichen, vereinigt man nicht selten mehrere solcher Maschinen in einem gemeinschaftlichen Gerüste, so dass jede derselben einzeln getrieben werden kann, während nur ein einziges Vorgelege erforderlich ist, und nennt eine solche Combination *Universaltischlermaschine.* Es ist leicht einzusehen, dass eine und dieselbe Welle sich unschwer zum abwechselnden Aufstecken einer Kreissäge, eines Bohrers, eines Messerkopfes zum Langhobeln, Fräsen, Nuthenschneiden benutzen lässt; in demselben Ständer lässt sich dann auch eine Bandsäge, und unter Umständen eine Ausschneidesäge unschwer anordnen. Die Einrichtung dieser Maschinen im Besonderen ist ziemlich verschieden, je nachdem man mehr Werth auf grössere Einfachheit oder auf möglichst vielseitige Verwendbarkeit legt. Der Betrieb ist meistens für Elementarkraft berechnet, doch liefern viele Fabriken auch Universaltischlermaschinen für Handbetrieb, welche mit befriedigendem Erfolge arbeiten. So nützlich nun auch für kleine Werkstätten eine derartige Maschine sein kann, so kommt doch bei Beurtheilung ihrer Zweckmässigkeit in Betracht, dass niemals sämmtliche Theile derselben gleichzeitig arbeiten können, und dass, wenn auch nur einzelne Theile gleichzeitig beschäftigt sind, die Arbeiten nicht selten sich gegenseitig behindern. Während an einer Stelle gearbeitet wird, laufen aber die übrigen Wellen theilweise unnütz. Es folgt hieraus, dass im Allgemeinen der Universaltischler um so weniger am Platze sein wird, je grossartiger der ganze Betrieb ist und je öfter und andauernder demnach mehrere Werkzeugmaschinen gleichzeitig in Thätigkeit erhalten werden müssen.

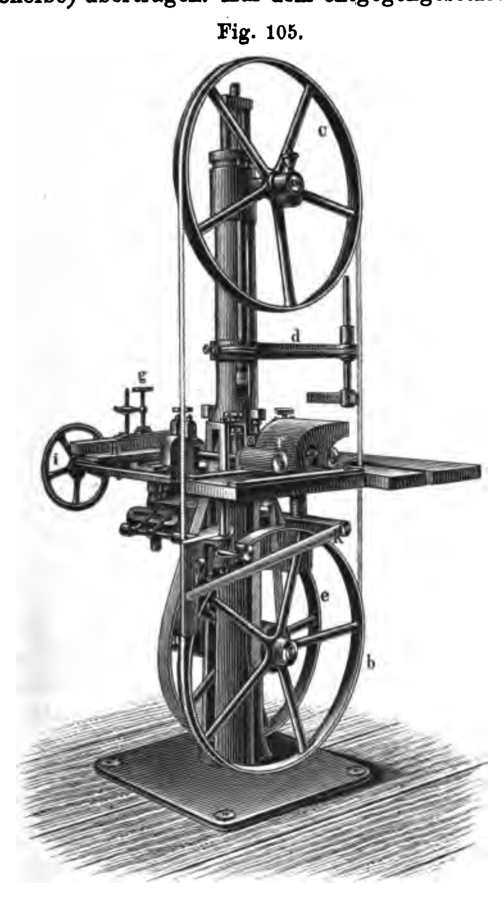
Als Beispiel für die Anordnung einer derartigen Maschine möge die in Fig. 105 gegebene Abbildung einer von der Maschinenfabrik Oerlikon bei Zürich gebauten Universaltischlermaschine dienen [1]). Dieselbe ist für den Betrieb von einer Deckentransmission aus bestimmt

---

[1]) Deutsches Reichspatent Nr. 1536.

und der Betrieb wird von dieser aus auf die im unteren Theile des säulenartigen Ständers gelagerten Riemenscheiben *a* (Fest- und Losscheibe) übertragen. Auf dem entgegengesetzten Ende dieser Welle ist die Bandsägenscheibe *b* von 800 mm Durchmesser befestigt, correspondirend mit der am oberen Theile des Ständers von einem verstellbaren Lager getragenen zweiten, gleich grossen Scheibe *c*. Die Verstellung derselben gemäss der Länge des Sägeblattes wird mit Hülfe einer innerhalb des Ständers angeordneten senkrechten Schraubenspindel bewirkt, während zwei Spiralfedern auf dem Kopfe des Ständers, von denen die Schraubenspindel getragen wird, die selbstthätige Regulirung der Blattspannung in genau derselben Weise wie bei der in Fig. 66 und Fig. 67 a. S. 107 abgebildeten Bandsäge bewirken. Unterhalb der oberen Bandsägescheibe ist ein horizontaler Arm mit einer Führung für das Sägeblatt verstellbar an dem Ständer befestigt. Zwischen der Antriebsriemenscheibe *a* und der Bandsägescheibe *b* ist auf der nämlichen Welle innerhalb eines ausreichend grossen Schlitzes des Ständers eine grössere Riemenscheibe *e* befestigt, von welcher aus durch den in der Abbildung erkennbaren Riemen die Bewegung nach einer kleinen oberhalb des Arbeitstisches der Maschine in einem zweiten Schlitze gelagerten Riemenscheibe fortgepflanzt wird. Diese ist auf einer horizontalen Welle befestigt, welche auf der einen Seite den Messerkopf für die Hobeleisen, auf der entgegengesetzten Seite den zum Rund- und Langlochbohren bestimmten Bohrer trägt. Der Hobelmesserkopf befindet sich in der Abbildung auf der dem Beschauer zugekehrten Seite und ist durch einer

Fig. 105.



übergestülpten Kasten geschützt; links und rechts von demselben sind Zuführungswalzen angeordnet, welche durch Spiralfedern, die auf die Lager derselben wirken, gegen das Holz gedrückt werden. Die Bewegung der Zuführungswalzen erfolgt von einer unmittelbar neben der Bandsägescheibe *b* auf deren Welle angebrachten kleinen Riemenscheibe aus. Dieselbe treibt eine in der Abbildung nicht erkennbare Welle mit einem Getriebe, welches die Bewegung auf eine zweite, quer unter den Spindeln beider Zuführungswalzen hindurchgehende Welle fortpflanzt; und von dieser aus werden durch zwei Paar Schraubenräder jene Spindeln und somit beide Zuführungswalzen getrieben. Unterhalb der letzteren sind im Tische zwei Rollen gelagert, auf deren etwas über die Tischfläche vorstehender Oberfläche das Holz gleitet. Der für den Hobelapparat und die Bandsäge gemeinsame Auflagetisch wird von einer kräftigen Schraubenspindel getragen, welche durch Drehung einer am Ständer gelagerten Schraubenmutter gemäss der Stärke des Arbeitsstückes höher und niedriger gestellt werden kann. Zwei verstellbare Lineale dienen zur Führung des Holzes beim Hobeln. Der an der dem Hobelapparate entgegengesetzten Seite befindliche Bohrer ist in der Abbildung durch den Ständer verdeckt; das zu bohrende Holz wird mit Hülfe der Schraube *g* auf dem Supporte *h* festgespannt, welcher sowohl einen Vorschub in der Achsenrichtung des Bohrers als rechtwinklig gegen dieselbe (beim Langlochbohren) ermöglicht. Letzterer wird vom Handrade *i* aus durch Getriebe und Zahnstange bewirkt. Endlich ist der ganze Tisch, welcher den erwähnten Support trägt, in der Höhenlage durch Schraube und Handrad verstellbar. An Stelle des Bohrers lässt sich auch eine Kreissäge auf der Welle befestigen. Zur raschen Hemmung der Bewegung dient der Bremshebel *k*, durch welchen ein Bremsklotz gegen die Scheibe *e* gedrückt werden kann, während er beim Gange der Maschine durch eine Feder in der Höhe erhalten wird. Die Maschine kann gleichzeitig zum Hobeln und Bohren oder Bohren und Schneiden benutzt werden; nach Versuchen von G. Lauböck[1]) beträgt bei 340 Umdrehungen der Antriebswelle per Minute die Arbeit im Leergange 0,871 Pferdestärken, im Arbeitsgange 2 bis 3 Pferdestärken.

Der Beschaffenheit der in den Tischlerwerkstätten gefertigten Gegenstände zufolge pflegt man Bautischlereien, Möbeltischlereien und Modelltischlereien zu unterscheiden. Erstere beiden sind nicht selten vereinigt; letztere finden sich gewöhnlich in Verbindung mit einer Eisen- oder Metallgiesserei. Das Arbeitsverfahren im Grossen und Ganzen ist in allen drei Zweigen des Tischlergewerbes das nämliche; es beginnt, wenn die Abmessungen der einzelnen Theile, aus denen der fertige Gegenstand zusammengefügt werden soll, aufgerissen sind, mit dem Ausschneiden der Theile mit Hülfe der Säge; dann folgt das

---

[1]) Mittheilungen des technologischen Gewerbemuseums in Wien. 1880, S. 73.

Ausarbeiten zu der genau richtigen Form jedes Arbeitsstücks mit Hülfe des Hobels, des Stemm- und Stechzeugs; hierauf das **Zusammenfügen** mit Benutzung der a. S. 186 ff. beschriebenen Formungsverbindungen, sowie des Leimes. Selbstverständlich muss schon bei dem Ausschneiden und Ausarbeiten auf die Herstellung dieser Formungsverbindungen Rücksicht genommen werden; und das Zusammensetzen der Arbeitsstücke in geeigneter Weise aus mehreren Stücken mit verschiedenen Faserrichtungen bildet den wichtigsten Kunstgriff des Tischlers, die a. S. 19 ff. geschilderten nachtheiligen Folgen der Schwindung des Holzes zu vermeiden. Deshalb finden wir, dass auch verhältnissmässig einfache Gegenstände aus um so mehr einzelnen Stücken bestehen, je mehr es darauf ankommt, sie vor dem Werfen zu schützen. Die Platte selbst des einfachsten Tisches wird mit Querleisten an der unteren Seite oder an der Hirnseite versehen, sofern nicht der unterhalb der Tischplatte gewöhnlich befindliche, zur Befestigung der Füsse u. s. w. benutzte Rahmen denselben Zweck erfüllt; bei werthvolleren Tischen besteht die Platte wohl aus mehreren Theilen mit verschiedener Faserntichtung, die durch einen, wiederum aus mehreren Stücken zusammengesetzten Rahmen eingeschlossen sind, u. s. f. Die allgemeinen Regeln für dieses Verfahren wurden schon auf S. 27 besprochen; der Einsicht und praktischen Erfahrung des Tischlers muss es überlassen bleiben, in jedem einzelnen Falle die Zusammenfügung in einer Weise vorzunehmen, wie sie den Eigenschaften des Holzes, der Form und dem Zwecke des herzustellenden Gebrauchsgegenstandes entspricht.

Bevor jedoch das zusammengefügte und verleimte Arbeitsstück seine Vollendung durch Abziehen, Schleifen, Poliren erhält, unterwirft man es in Bau- und Möbeltischlereien häufig einem Verfahren, welches ebenso wichtig als interessant ist: dem *Furniren.* Man versteht hierunter das Bekleiden des Gegenstandes mit aufgeleimten dünnen Blättern aus werthvolleren Holzarten. Dieses Verfahren gewährt verschiedene Vortheile. Man kann, da die werthvolleren Hölzer ein bedeutendes specifisches Gewicht zu besitzen pflegen, leichtere Holzgattungen für die Darstellung wählen (Tanne, Linde, Pappel u. a.); diese letzteren Hölzer sind aber in vielen Fällen auch leichter verarbeitbar und in allen Fällen billiger als die zum Furniren benutzten; beim Furniren aber lassen sich durch geeignete Zusammenfügung einzelner Stücke weit schönere Zeichnungen hinsichtlich der Aderung des Holzes hervorbringen, als es bei Herstellung aus massivem Holze möglich sein würde; und zu diesem Zwecke lassen sich auch kleine, schön geaderte Holzstücke (Maser), welche sonst schwer verwendbar sein würden, durch Zerschneiden zu Furnieren noch vortheilhaft verwenden.

Die Herstellung der Furniere geschieht in der schon mehrfach erwähnten Weise mit einer der beschriebenen Sägegattungen oder mit dem Furnirhobel (S. 122). Am häufigsten dürfte eine horizontale Gattersäge mit horizontalem oder senkrechtem Vorschube des Arbeitsstücks

für diesen Zweck Verwendung finden. Da nun der Tischler, um auf Möbeln u. s. w. symmetrische Zeichnungen durch Furnirung hervorzubringen, auch Furniere benutzen muss, deren Adern übereinstimmend verlaufen, beim Zertheilen eines Stammes aber offenbar diejenigen Stücke, welche durch eine gemeinschaftliche Schnittfuge getrennt sind, auch auf den beiden einander zugekehrten Flächen ganz dieselbe Zeichnung besitzen werden, so legt man, damit der Arbeiter die zu einander passenden Furniere leicht herausfinden könne, sie nach dem Schneiden in derselben Reihenfolge wieder auf einander, wie sie nach einander entstanden sind. Im Uebrigen werden auch eine grössere Zahl benachbarter Furniere immerhin in der Zeichnung einander wenigstens sehr ähnlich sein; und der Tischler ist dadurch im Stande, auch bei Furnirung grösserer Flächen, auf welche mehr als zwei Furnierblätter neben einander gelegt werden müssen, die Zeichnungen in symmetrischer Weise anzuordnen. Mitunter legt man, um die Aderungen in noch schönerer Weise hervortreten zu lassen, vier Furnierblätter mit einer Kreuzfuge zusammen; oder man bildet Sterne aus sechs bis zwölf einzelnen Keilstücken, die dann durch einen herumlaufenden Rand eingefasst sind (z. B. bei Tischplatten) u. s. f. Dem Geschmacke des Tischlers ist in dieser Beziehung ein weites Feld gegeben.

Das zu furnirende Holz heisst im Gegensatze zum Furniere das Blindholz. Dasselbe muss vollständig trocken sein, Hirnholz darf an keiner Stelle sichtbar bleiben, weil es sonst bei der geringeren Schwindung sehr bald als erhabene Stelle auf der furnirten Fläche erkennbar sein würde (deshalb müssen die Eckverbindungen auf Gehrung geschnitten, etwaige Zinken verdeckt sein, Fig. 102 und Fig. 103 auf S. 190). Aeste werden aus demselben Grunde herausgebohrt und durch eingesetztes Langholz ersetzt, kleine Löcher, Harzzellen u. s. w. werden ausgeschabt und durch einen Kitt aus Holzkohlenstaub und Leim geschlossen.

Ehe das Furniren beginnen kann, wird das Blindholz nach verschiedenen Richtungen hin mit dem Zahnhobel (S. 115) bearbeitet (gezahnt); es bekommt dadurch eine rauhe, von Furchen durchsetzte Oberfläche, welche das Haften des Furniers erleichtert. Auch die innere Fläche des Furniers wird häufig in der nämlichen Weise gezahnt.

Das Ausschneiden der Furnierblätter in der richtigen Grösse und Form geschieht mit Hülfe des Schnitzers, des Schneidemodels oder eines ähnlichen passenden Werkzeugs, wie sie früher beschrieben wurden.

Zum Aufpressen des aufgeleimten Furniers auf das Blindholz bis zur beendigten Trocknung des Leimes ist eine sogenannte Zulage erforderlich, d. h. ein gewöhnlich aus Holz gefertigter Deckel, dessen innere Fläche sich genau der furnirten Fläche anschliesst.

Am einfachsten ist natürlich das Arbeitsverfahren, wenn nur ebene Flächen furnirt werden sollen. Man trägt auf das Blindholz den syrupsdicken Leim auf, legt das zugeschnittene Furnierblatt in der richtigen

Lage darauf und schlägt an zwei Stellen, um ein Verschieben zu verhindern, ganz feine Drahtstiftchen ein. Nun legt man die zuvor stark angewärmte und vorher zur Vermeidung des Anklebens durch den etwa durchschwitzenden Leim mit etwas Seife bestrichene Zulage darauf, bringt eine genügende Menge Schraubzwingen darüber oder steckt das Ganze in eine Presse (Fig. 16 auf S. 36) und zieht nun, von der Mitte beginnend und nach dem Rande hin fortschreitend, eine Schraube nach der anderen fest an. Besteht die Furnirung aus mehreren Blättern neben einander, so legt man sie, nachdem ihre Kanten ganz genau passend abgehobelt worden sind, sorgfältig neben einander, überleimt die Fugen mit Papier, um die Zulage gegen den herausgequetschten Leim zu schützen und verfährt übrigens in derselben Weise, als soeben beschrieben wurde. Bei werthvollen Gegenständen, welche besonders vor dem Werfen geschützt werden sollen, furnirt man wohl über dem Blindholze zunächst mit Eichen- oder Buchenholz und darüber erst mit dem eigentlichen werthvolleren Furnierholze.

Beim Furniren von gekrümmten (geschweiften, gekehlten u. s. w.) Gegenständen ist natürlich eine um so geringere Stärke des Furniers erforderlich, je stärker die Krümmungen sind, die dasselbe zu erleiden hat und je spröder das zum Furniren benutzte Holz ist. Gewöhnlich sind nun zwar die Furniere schon in ausreichend geringer Stärke mit der Säge herzustellen; ist jedoch aus besonderen Gründen eine weitere Verdünnung nothwendig, so leimt man das betreffende Blatt mit derjenigen Seite, welche später auf das Blindholz zu liegen kommt, auf ein mit Seife eingeriebenes glattes Brett, lässt trocknen, bearbeitet die Oberfläche mit Zahnhobel und Ziehklinge so lange, bis das Blatt ungefähr auf die Stärke einer Spielkarte verdünnt ist, überklebt die Aussenseite mit Papier, um ein Zerreissen des dünnen Holzes beim Ablösen, wie beim späteren Furniren, zu verhüten, und löst es dann mit Hülfe des Messers von dem Brette wieder los. Das weitere Gelingen der Arbeit, welche im Wesentlichen in derselben Weise ausgeführt wird als beim Furniren glatter Flächen, ist nun grossentheils von der Anwendung einer genau passenden Zulage abhängig. Statt einer aus Holz gefertigten Zulage bedient man sich in einzelnen Fällen eines Kastens, welcher bis zu ungefähr $^2/_3$ seiner Höhe mit trockenem Sande gefüllt ist; in den Sand drückt man zunächst den zu furnirenden Gegenstand ein, um einen oberflächlichen Abdruck desselben zu erhalten, legt ein Stück Leinwand über die solcherart entstandene Form und presst nun, nachdem das Furnier aufgeleimt ist, mit Hülfe von Schraubenzwingen den Gegenstand fest in die Form ein. Cylinderförmige Gegenstände umwickelt man, statt sie in eine Zulage einzupressen, mit Gurten, wobei sie zwischen zwei Spitzen eingespannt und mit Hülfe einer Kurbel gedreht werden. Um bei sehr tiefen Kehlungen etc. das Furnier geschmeidiger zu machen, bestreicht man auch dieses wohl mit Leim. Im Uebrigen zieht man es bei stark gegliederten Gegenständen von geringerem Volumen (durch-

brochenen Theilen u. s. w.) häufig vor, Massivhölzer statt furnirter anzuwenden, wenn die durch Furnirung zu erlangenden Vortheile nicht mehr im Einklange mit der grösseren Schwierigkeit des Verfahrens stehen sollten. Das auf sehr dünne Furniere aufgeleimte Papier wird, wenn die Furnirung vollendet ist, befeuchtet und dann ohne Schwierigkeit entfernt. Schliesslich erhalten die furnirten Gegenstände durch Abziehen, Schleifen, Poliren u. s. w. ihre letzte Vollendung.

Stein- oder Massefurniere nennt man Blätter, die aus einer Mischung von gebranntem Kalk und Leimwasser unter Zusatz beliebiger erdiger Stoffe bestehen und durch Zerschneiden der ursprünglich gebildeten Blöcke hergestellt werden. Sie werden in kaltem Wasser weich gemacht und dann in ganz ähnlicher Weise wie die Holzfurniere aufgeleimt. Nach dem Trocknen werden sie steinhart. Auch Marmorfurniere, aus dünn geschnittenen Marmorblättchen bestehend, finden bisweilen Verwendung. Sie werden zunächst durch Einlegen in kochendes Wasser vorsichtig angewärmt (weil sie sonst springen würden), dann über hellem Feuer stärker erhitzt und durch einen Theerkitt auf dem Holze befestigt.

Hand in Hand mit dem Furniren geht häufig die Herstellung eingelegter Arbeiten. Der Begriff des Ausdrucks „eingelegte Arbeit“ ist zu allgemein bekannt, als dass er weiterer Erläuterung bedürfte; mitunter gebraucht man an Stelle desselben die fremde Bezeichnung *Intarsia.* Bestehen die eingelegten Zeichnungen, Linien etc. nicht aus Holz, sondern aus fremden Stoffen (Metall, Perlmutter, Horn etc.), so heisst die eingelegte Arbeit *Boulearbeit.*

Man unterscheidet massive und furnirte eingelegte Arbeit. Bei der massiven, welche nur bei gedrechselten Gegenständen vorzukommen pflegt, wird das rohe Holzstück vor dem Drehen durchgeschnitten, in die Schnittfuge wird ein schmales Stückchen andersfarbigen Holzes eingesetzt und das Ganze wieder verleimt; nun zerschneidet man das Holz in anderer Richtung und verfährt ebenso, u. s. f. Wird nun das Holz auf der Drehbank gedreht, so erscheinen an verschiedenen Stellen der Oberfläche jene eingeleimten Holzstücke, dort eigenthümliche Zeichnungen bildend, deren Form von der Einsicht und dem Geschmacke des Arbeiters abhängig ist.

Die einfachste Art der furnirten eingelegten Arbeit ist das Einlegen sogenannter Adern, d. h. schmaler Streifen von andersfarbigem Holze, mit welchen man häufig grössere Flächen auf furnirtem oder massivem Holze einfasst. Man arbeitet mit Hülfe eines geeigneten Werkzeugs in der betreffenden Fläche die Furche aus, in welcher die Ader zu liegen kommen soll, und befestigt dann die letztere durch Aufleimen. Sollen dagegen Figuren und dergleichen hergestellt werden, so zeichnet man diese zunächst auf Papier, leimt die Zeichnung, ehe das Arbeitsstück furnirt wurde, auf ein Furnierblatt, legt ein zweites Furnierblatt

aus andersfarbigem Holze darunter und leimt beide zusammen, nachdem sie vorher tüchtig mit Seife eingerieben wurden. Nun schneidet man mit der Laubsäge (beziehentlich Laubsägemaschine) die ganze Zeichnung aus, trennt dann mit Hülfe eines schwachen Messers die zusammengeleimten Furniere und legt nun das ausgeschnittene Stück des einen Furniers in die Oeffnung des anderen und umgekehrt, so dass man solcherart zwei Furnierstellen mit eingelegten Figuren erhält. Letztere werden nun durch aufgeleimtes Papier befestigt und dann die ganze Platte wie gewöhnlich zum Furniren benutzt.

Ein vollständig hiervon abweichendes, in England patentirtes Verfahren (Howard's Methode) zur Herstellung eingelegter Arbeiten ist folgendes: Man leimt auf den betreffenden Gegenstand zunächst eine Furnierplatte aus demjenigen Holze, welches die eingelegte Zeichnung bilden soll, bringt das Arbeitsstück auf eine Tischplatte mit der furnirten Seite nach oben und legt an der betreffenden Stelle eine Schablone aus Zinkblech von etwa 1 mm Stärke auf, welche genau die Form der herzustellenden Einlage besitzt. Sodann wird das Ganze zwischen polirten Gusswalzen von circa 200 mm Durchmesser hindurchgeführt und hierbei die Zinkschablone in die aufgeleimte Furnierplatte, diese aber in das darunter befindliche Holz des Arbeitsstücks eingepresst. Hierauf entfernt man die Zinkschablone, hobelt die ungepressten Furniertheile weg, so dass das Grundholz wieder zum Vorschein kommt, an den Stellen aber, wo die Schablone sich befand, die eingepresste Einlage in den Vertiefungen zurückbleibt. Die Zinkschablone bleibt unversehrt und kann wiederholt benutzt werden. Auf diese Weise werden z. B. in Tischplatten aus schwarzem Wallnussholze Verzierungen aus weissem Sykamorenholze eingelegt [1]).

Eingelegte Arbeiten, bei welchen durch eine grosse Zahl sehr kleiner, neben einander gelegter Holzstückchen von verschiedener Farbe figürliche Darstellungen oder Ornamente aller Art gebildet werden, nennt man Holz-Mosaik. Fabrikmässig werden diese Mosaikarbeiten in der Weise gefertigt, dass man eine entsprechende Zahl Stäbchen parallel neben einander legt und zu einem Prisma zusammenleimt, auf dessen Querschnitte die einzelnen Stäbchen die herzustellenden Figuren bilden. Dieses Prisma wird nun durch Quertheilung mit der Säge in eine Anzahl dünner, einander gleicher Blättchen zerlegt, welche wie Furniere auf das betreffende Arbeitsstück aufgeleimt werden.

---

[1]) Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 228, S. 400.

Literatur über Tischlerarbeiten.

A. Graef, H. F. A. Stöckel's Bau-, Kunst- und Möbelschreiner. Siebente Auflage. Mit einem Atlas von 36 Tafeln. Weimar 1878.

A. Graef, A. W. Hertel's moderne Bautischlerei für Tischler und Zimmerleute. Neunte Auflage. Mit einem Atlas von 82 Tafeln und 106 in den Text eingedruckten Holzstichen. Weimar 1878.

C. A. Romstorfer, Die Bautischlerei. Mit in den Text gedruckten Holzstichen. Leipzig 1880.

Karmarsch-Hartig, Handbuch der mechanischen Technologie. Fünfte Auflage, Band 1. Hannover 1875, S. 796.

2. Die Stellmacher- oder Wagnerarbeiten.

Die in der Ueberschrift bezeichneten Arbeiten umfassen die Herstellung derjenigen Holztheile, welche für die Anfertigung von Fuhrwerken aller Art erforderlich sind. Bei den meisten der letzteren pflegt man drei Haupttheile zu unterscheiden: den Kasten zur Aufnahme der fortzubewegenden Lasten, das Gestell, auf welchem der Kasten ruht (incl. der Achsen, Deichsel etc.), und die Räder. Bei der häufig wiederkehrenden Einwirkung von mitunter recht heftigen Stössen und Erschütterungen auf die einzelnen Theile eines Wagens ist die Auswahl geeigneter Holzarten eine wichtige Aufgabe des Stellmachers.

Für die Herstellung des Kastengerippes benutzt man vorwiegend Buchenholz, zu Verschaalungen gewöhnlicher Lastwagen Fichten-, Tannen- oder Kiefernholz, für bessere Wagen Linden- oder Pappelholz.

Für das Gestell bildet Eschen- oder Ulmenholz das übliche Material, weniger häufig und nur für leichtere Fuhrwerke Birkenholz; zu einzelnen Theilen schwerer Lastwagen auch Eichenholz.

Radfelgen (die Segmentstücke des Radkranzes) fertigt man vorwiegend aus Buchenholz, Radspeichen aus Eichenholz oder jungem Eschenholz.

Ein wegen seiner Zähigkeit für Stellmacherarbeiten, insbesondere für Anfertigung der Räder und Gestelltheile sehr geschätztes und in neuerer Zeit vielfach angewendetes Material ist das schon auf S. 177 erwähnte Holz des amerikanischen Hickory-Nussbaums, welches theils in ganzen Blöcken, theils in schon bearbeitetem Zustande nach Europa importirt wird.

Die Werkzeuge des Stellmachers sind im Wesentlichen dieselben als die des Tischlers. Einige dem Stellmacher eigenthümliche Werkzeuge

wurden bereits früher erwähnt; so die auf S. 39 abgebildete Schnitzbank, das Schnittmesser, das Viereisen u. a. Die Anwendung von Werkzeugmaschinen, theils allgemeiner Form (Bandsägen, Kreissägen, Stemmmaschinen, Bohrmaschinen, Hobelmaschinen u. a.) theils für die eigenthümlichen Zwecke des Stellmachers besonders construirt, findet auch beim Wagenbau mit Recht eine immer ausgedehntere Anwendung.

Die Arbeiten des Schneidens, Hobelns und Zusammenfügens der einzelnen Theile bieten wenig Bemerkenswerthes dar und müssen, wie die Tischlerarbeiten, unter steter Berücksichtigung der eigenthümlichen Eigenschaften des Holzes, insbesondere des Verhaltens desselben gegenüber der Feuchtigkeit, ausgeführt werden. Weit häufiger jedoch als in den Tischlereien macht sich in den Stellmacherwerkstätten die Arbeit des Biegens nothwendig. Man biegt Deichseln und andere Gestelltheile, Schlittenkufen, auch nicht selten Radfelgen, obschon für schwerere Wagen Räder mit geschnittenen Felgen denen mit gebogenen vorzuziehen sind. Das Verfahren beim Biegen ist im Wesentlichen das nämliche, als es auf S. 175 beschrieben wurde; die Hölzer werden gedämpft gebogen, in oder auf eine Schablone (Modell) von entsprechender Form festgeschraubt und vorsichtig getrocknet. Als sehr zweckmässig hat sich auch hierbei das von Thonet erfundene, a. a. O. beschriebene Mittel erwiesen, das Holz mit einer Eisenschiene an der convexen Seite zusammenzuspannen und zu biegen, um die neutrale Faser zu zerlegen und das Aufsplittern zu verhindern. Auch ganze Bretter müssen, um die Wölbungen der Kutschkasten hervorzubringen, nicht selten gebogen werden. Man wählt hierfür solche Tafeln, deren Fasern möglichst parallel laufen, befeuchtet sie auf der convexen Seite mit einem Schwamme und hält sie mit der entgegengesetzten Seite gegen ein hell loderndes Feuer. Ein Modell (d. h. eine Schablone) giebt auch hierbei das erforderliche Maass der Krümmung an.

Besonderes Interesse bietet die Herstellung der Räder. Jedes hölzerne Wagenrad besteht bekanntlich aus der Nabe, den Speichen und den Felgen, welche letztere zusammen den Radkranz bilden. Zu den Naben benutzt man Eichen- oder Eschenholz, entweder im Ganzen als Rundholz, welches in der erforderlichen Länge abgeschnitten wird, oder auch aus Halb- oder Viertelholz verleimt. Um ein gleichmässiges Austrocknen zu befördern und die Entstehung von Rissen zu verhüten, bohrt man sofort nach dem Abschneiden der Nabe vom Stamme das durchgehende Loch für den Achsschenkel, giebt aber demselben vorläufig einen so kleinen Durchmesser, dass ein späteres Nachbohren möglich ist. Wenn die Nabe nach längerer Aufbewahrung vollständig lufttrocken geworden ist, kommt sie auf die Drehbank, um äusserlich auf die erforderliche Form gebracht zu werden und erhält alsdann die Löcher für das Einstecken der Speichen. Dieselben lassen sich mit der Hand ausarbeiten, weit rascher und sicherer aber geht diese Arbeit mit Hülfe einer Bohr- und Stemmmaschine (S. 154) von Statten. Man benutzt

meistens Maschinen mit horizontaler Spindel; die Radnabe ist auf einer sogenannten Theilscheibe befestigt, welche jedesmal, nachdem ein Loch fertig ausgearbeitet ist, eine Drehung der Nabe um genau dasjenige Maass ermöglicht, welches dem Abstande zweier benachbarter Löcher entspricht, so dass alles Messen, Anzeichnen u. s. w. entbehrlich wird.

Die Speichen, aus Eichen-, Eschen- oder Hickoryholz geschnitten, werden in grösseren Fabriken nach einem Modelle auf einer Copierdrehbank (Fig. 85 auf S. 146) oder Copierfräsmaschine (Fig. 95 auf S. 166) in genau übereinstimmender Form und in verhältnissmässig kurzer Zeit hergestellt. Wenn sie diese Maschine verlassen haben, kommen sie, um geglättet zu werden, zu einer Schleifmaschine, welche aus zwei endlosen, über Rollen geführten Riemen besteht, deren Aussenfläche mit gepulvertem Glas oder Schmirgel von verschiedener Feinheit überzogen ist. Das Schleifen geschieht hier durch einfaches Andrücken der Speichen von Hand. Nun erst folgt das Abschneiden auf die genaue richtige Länge und das Anschneiden der Zapfen. Erstere Arbeit lässt sich mit Hülfe einer Kreissäge nebst passender Schablone bewirken; letztere am geeignetsten auf einer der früher beschriebenen Zapfenschneidmaschinen). Zweckmässiger Weise ordnet man, wie es auch bei der in Fig. 92 auf S. 160 abgebildeten Maschine der Fall ist, die Kreissäge und Frässpindel in einem und demselben Ständer an.

Der Radkranz besteht, wenn er aus gebogenem Holze gefertigt wurde, aus zwei, wenn er aus geschnittenem Holze hergestellt wurde, aus halb so viel Felgen, als das Rad Speichen bekommt, so dass in letzterem Falle jede Felge zwei Speichenlöcher erhält. Für gebogene Felgen benutzt man Hickory- oder Eschenholz, für geschnittene Buchenholz. Die Verbindung der Felgen unter einander geschieht durch Verzapfung. Das Ausschneiden der Felgen kann mit Hülfe einer Handsäge, besser einer Bandsäge, bewirkt werden, wobei das Arbeitsstück im Bogen, gemäss der Krümmung der Felge, vorgeschoben wird. In amerikanischen Räderfabriken bedient man sich zu diesem Zwecke mit Vortheil der auf S. 102 erwähnten Concavsägen oder Kugelschaalensägen. Zwei derselben sitzen concentrisch auf derselben Welle in solchem Abstande von einander, als die Breite der Felge beträgt, und schneiden demnach gleichzeitig beide gekrümmte Begrenzungsflächen derselben aus. Selbstverständlich ist jedoch für jeden anderen Raddurchmesser auch ein anderes Sägenpaar erforderlich, dessen Krümmung mit derjenigen der herzustellenden Felgen übereinstimmen muss; und dieser Umstand beschränkt die Anwendung dieses Verfahrens allerdings auf solche Fälle, wo bedeutende Mengen gleicher Räder gefertigt werden. Die innere Schnittfläche der Felgen wird nun bei Handarbeit mit Hülfe des Hobels, bei Maschinenarbeit mit Hülfe einer Fräsmaschine vollends bearbeitet und an den Kanten abgefast. Man pflegt Fräsmaschinen mit zwei senkrechten Spindeln, die sich in entgegengesetzter Richtung drehen (damit das Holz nicht gegen die Faser geschnitten werde; vergl. S. 156) zu be-

nutzen, die eine Hälfte der Innenseite mit der ersten, die andere mit der zweiten Fräse zu bearbeiten. Dann folgt wieder das Ausarbeiten der Speichenlöcher, Abschneiden auf die richtige Länge, Anschneiden der Verbindungszapfen und Ausbohren der Zapfenlöcher auf einer der vorerwähnten Maschinen.

Für mittelgrosse Werkstätten, wo der Raum beengt, Sparsamkeit bei Anschaffung von Werkzeugmaschinen geboten und jede einzelne der letzteren nur periodisch in Thätigkeit ist, kann eine Vereinigung verschiedener der erwähnten Hülfsmaschinen zu einer einzigen Maschine — in ähnlicher Weise wie bei der früher besprochenen Universaltischlermaschine — von Vortheil sein. Bei einer häufig angewendeten Anordnung einer solchen „Radmaschine“ dient eine einzige horizontale, auf einem Drehbanksbette entsprechend gelagerte Welle abwechselnd als Drehbanksspindel, Frässpindel, Kreissägespindel, Bohrspindel und zum Stemmen, je nachdem das eine oder andere Werkzeug eingesetzt wurde. Der Betrieb erfolgt entweder von Hand mit Hülfe eines Schwungrades mit Kurbel und Getriebübersetzung, oder von einer Transmissionswelle aus; die Horizontalbewegung der Spindel beim Stemmen mit Hülfe eines Hebels in der bekannten Weise.

Wenn die einzelnen Theile des Rades in der beschriebenen Weise ausgearbeitet sind, folgt das Zusammensetzen. Die Nabe wird auf den sogenannten Radbock gesteckt, die Zapfen der Speichen mit Leim oder Oelkitt bestrichen und in die Löcher der Nabe eingetrieben. Eine Lehre dient zum Nachmessen der richtigen Stellung der Speichen. Auch für dieses Eintreiben wendet man in grossen Fabriken Maschinen an, bestehend aus einem schwingenden Hammer, welcher vermittelst eines Fusstrittes bewegt wird. Wenn die Speichen ihre richtige Stellung erhalten haben, wird der Felgenkranz übergeschoben und befestigt. Nunmehr folgt das schon früher beschriebene Aufziehen des Reifens (S. 182) und zuletzt das fertige Ausbohren des Nabenlochs und Eindrücken der „Büchse“, d. h. der metallenen Hülse, in welcher der Achsschenkel steckt. Damit das Büchsenloch vollständig centrisch zum Umfange des Rades sitze, benutzt man zum Ausbohren eine Maschine, auf welcher das Rad von radial gerichteten Armen genau centrisch zur Bohrspitze festgehalten wird. Das Eindrücken der Büchse in die gebohrte Oeffnung geschieht am besten mit Hülfe einer Presse (Schraubenpresse), weniger zweckmässig durch Hammerschläge.

Literatur.

Wilh. Rausch, Theoretisch praktisches Handbuch für Stellmacher. Mit einem Atlas von 24 Tafeln. Weimar 1880.

Wilh. Rausch, Handbuch für Wagenfabrikanten. Mit einem Atlas von 30 Tafeln. Weimar 1877.

Ueber die Werkzeugmaschinen des Stellmachers:

Dingler's Polytechnisches Journal. Bd. 206, S. 5; oder Deutsche Industriezeitung 1872, S. 362.

M. Powis Bale, Woodworking Machinery. London 1880, S. 198.

3. Die Bötticher- oder Küferarbeiten.

Das Gewerbe des Böttichers oder Küfers bezweckt die Anfertigung von Hohlgefässen mit kreisförmigen, elliptischen oder ovalen Querschnitten und aus mehreren Theilen zusammengesetzten Seitenwänden, Fässern zur Aufbewahrung oder Versendung von flüssigen oder festen Substanzen, Eimern, Bottichen u. s. w. An manchen Orten ist übrigens das Böttichergewerbe in zwei gesonderte Zweige getrennt; die eine Gruppe der Bötticher, welche sich Schwarzbinder nennt, beschäftigt sich mit der Anfertigung grösserer Gefässe aus hartem Holze; die andere Gruppe, die Weissbinder, fertigt nur jene kleinen, im Hausgebrauche täglich benutzten Gefässe, Eimer, Butten etc., zu denen man weiches Holz zu benutzen pflegt. Auch hinsichtlich der Handwerksgebräuche, Manipulationen und Form der Werkzeuge, sondern sich die Bötticher in zwei ziemlich scharf einander gegenüberstehende Gruppen; die Einen, im Norden, d. h. in den russischen Ostseeprovinzen, Schweden, Dänemark und Norddeutschland wohnend, nennen sich „Kimmer"; die Anderen, in den Rheinlanden, Sachsen, Süddeutschland, Oesterreich, Ungarn, den Donauländern, Italien daheim, werden „Vettern" genannt. Die Unterschiede in der Ausübung des Gewerbes sind so beträchtlich, dass es einem gelernten Kimmer schwer wird, bei den Vettern zu arbeiten, und umgekehrt.

Als Material für grössere, zur längeren Aufbewahrung von Flüssigkeiten bestimmte Fässer, verwendet man vorwiegend Eichenholz; für kleinere, weniger werthvolle Gefässe Tannen-, Fichten-, Kiefern- oder Lärchenholz; mitunter auch Rothbuchen-, Eschen-, oder in südlichen Ländern Kastanienholz. Eine geradfaserige Beschaffenheit, Freiheit von Fehlern und Krankheiten aller Art, ist ein wichtiges Erforderniss der für die Bötticherarbeiten verwendeten Hölzer.

Fässer, in denen Flüssigkeiten, insbesondere Wein, längere Zeit aufbewahrt werden, können natürlicher Weise, indem die Extractivstoffe des Holzes allmälig von der Flüssigkeit aufgelöst werden, eine verändernde Einwirkung auf die Beschaffenheit der Flüssigkeiten ausüben. Man zieht deshalb für derartige Zwecke solche Eichenhölzer vor, welche längere Zeit geflösst und dabei eines grossen Theils dieser Extractivstoffe beraubt worden waren; oder man unterwirft sie einem künstlichen Auslaugeprocesse. Im Uebrigen sind jene Einflüsse nicht nur bei ver-

schiedenen Weinsorten verschieden (bei schweren, alkoholreichen Weinen weniger bemerkbar als bei leichten), sondern auch bei Hölzern aus verschiedenen Gegenden [1]).

Da Biegsamkeit, Elasticität und geringe Porosität von den für Bötticherwaaren benutzten Hölzern verlangt werden, so ist besonders für grössere Fässer Spaltholz dem Schnittholze erheblich vorzuziehen; Fässer aus Spaltholz können bei gleicher Dauerhaftigkeit und Brauchbarkeit eine erheblich geringere Wandstärke besitzen, als solche aus Schnittholz, fallen dadurch leichter aus und beanspruchen weniger Holz. Eichenholz wird im grünen Zustande und solcherart gespalten, dass die Spaltungsflächen radial stehen („mit der Kluft“ gespalten); von den entfallenden Spalthölzern wird dann der wenig haltbare Splint wie auch das innere schwer verarbeitbare Kernholz abgehauen. Andere Holzsorten, für weniger werthvolle Geräthe bestimmt, spaltet man auch wohl „über die Kluft“, d. h. rechtwinklig gegen den Radius, und das Kernholz befindet sich dann naturgemäss in der Mitte des entstehenden Holzstücks.

Die Werkzeuge des Böttichers besitzen zum grossen Theile ziemlich abweichende Formen von denen anderer Holzarbeiter. Viele derselben wurden bereits früher erwähnt und beschrieben. Hierher gehört die auch von Stellmachern benutzte, auf S. 39 abgebildete Schnitzbank, an deren Stelle die Kimmer ein sogenanntes Schneideloch benutzen, bestehend aus einem in einiger Entfernung von der Wand aufrecht stehend befestigten, eichenen Brette mit einem horizontalen Schlitze, durch welchen das Arbeitsstück hindurchgeschoben wird. Das hintere Ende des letzteren wird in der Wand, das vordere durch einen untergesteckten, senkrecht stehenden Knüttel festgeklemmt, worauf die Bearbeitung mit dem Schnitzmesser vor sich gehen kann. Zum Festlegen von Fässern in horizontaler Lage, wenn ihre Innenflächen oder ihre Ränder bearbeitet werden sollen, dient der Endstuhl, bestehend aus einer im Boden befestigten hölzernen Gabel (einem Stücke eines in zwei Aeste auslaufenden Baumstammes) und gegenüberstehendem senkrechten Pfahle. Beide sind durch ein Querstück verbunden, auf welchem das Fass aufliegt. Ferner sind zu erwähnen: Die auf S. 52 beschriebenen Beile, die verschiedenen Schnittmesser (S. 54) und die eigenthümlich geformten verschiedenen Böttioherhobel (S. 121).

Die einzelnen Holzstücke, aus welchen die Seitenwände der von dem Bötticher gefertigten Gefässe bestehen, werden Dauben genannt; an einer oder an beiden Seiten sind die Gefässe durch den Boden geschlossen; das Zusammenhalten der Dauben wird durch umgelegte Reifen aus Holz oder Eisen bewirkt. Eine Reihe neben einander

[1]) Untersuchungen über diese Einflüsse wurden vom Apotheker Fauré in Bordeaux angestellt und im Journal de Chimie médicale vom Jahre 1848 veröffentlicht.

liegender Reifen heisst ein Gebinde. Kleinere Fässer erhalten vier Gebinde à drei bis vier Reifen, grosse Fässer sechs Gebinde à vier bis sechs Reifen. Die Reifen an dem oberen Ende eines Fasses heissen Kopfreifen, die in der Mitte am Spundloche befindlichen Bauchreifen, die dazwischen liegenden Halsreifen. Hölzerne Reifen werden aus Schäften von Birken-, Eichen- oder Bandweidenholz gefertigt. Die Schäfte werden im frischen Zustande ihrer ganzen Länge nach entweder in zwei oder auch wohl drei bis vier Theile (Splisse) gespalten, auf der Schneidbank nachgearbeitet und geglättet, mit Hülfe eines einfachen Werkzeugs (der Biegescheibe) zu einem Ringe gebogen, die Enden hakenförmig ausgeschnitten und zusammengesteckt, schliesslich mit sogenannten Heftspänen verbunden.

Damit die Fassböden eine feste Verbindung mit den Dauben erhalten, giebt man den letzteren an der Innenseite, da wo der Boden zu liegen kommt, eine ringförmig herumlaufende Nuth, in welche der etwas zugeschärfte Rand des Bodens hineingreift. Diese Nuth heisst die Gargel, die Enden der Dauben aber, soweit sie über die Gargel vorragen, die Kimmen, Kämme, Frösche oder Köpfe.

Die Herstellung der Dauben geschieht mit Hülfe theils des Breitbeils, theils des Rauh- und Glatthobels, der Fügebank u. s. w. Hierbei muss schon auf die dem runden oder elliptischen Querschnitte des herzustellenden Gefässes entsprechende Krümmung der Dauben (concave Innen- und convexe Aussenfläche) gebührende Rücksicht genommen werden; bei Dauben für Fässer aber, welche jene bekannte ausgebauchte Form besitzen, dürfen in Rücksicht hierauf die Seitenkanten nicht geradlinig sein, sondern müssen nach einer Curve verlaufen, so dass jede Daube in der Mitte am breitesten ist und nach beiden Enden hin sich verjüngt. Man behobelt dann die langen Kanten mit Benutzung einer Schablone (des Fügemodells) derartig, dass die Fugen zweier benachbarter Dauben radial stehen und genau schliessen; zur Erzielung recht dichter Fugen lässt man auf der schmalen Seitenfläche nach innen zu ein wenig mehr Holz stehen, als der genau radialen Richtung entsprechen würde, so dass später beim Auftreiben der Reifen dieses Holz eng zusammengepresst wird.

Sind die Dauben fertig vorgerichtet, so folgt das Aussetzen oder Aufsetzen des Fasses. Innerhalb eines eisernen oder hölzernen Reifens, welcher die Weite des Fasses am Boden besitzt (des Satzreifens), stellt man die Dauben, nachdem man die erste derselben mit dem Reifen zusammengespannt hat, eine nach der andern in der richtigen Stellung auf, zieht dann den Reifen etwas an, treibt einen Halsreifen und zuletzt einen Bauchreifen über. Solcherart ist die eine Hälfte des Fasses zusammengefügt; in der anderen, unteren Hälfte aber stehen die Enden der Dauben naturgemäss weit auseinander und lassen sich nicht, ohne stark gebogen zu werden, zusammenfügen. Zur Erleichterung des Biegens entzündet man jetzt innerhalb des Fasses ein Feuer aus Hobelspänen

und benetzt die Aussenseite der Dauben mit einem Schwamme; oder man stellt das ganze Fass in einen Behälter mit kochendem Wasser, um die Biegsamkeit des Holzes zu erhöhen. Nunmehr wird ein kräftiger Strick um die aus einander stehenden Enden der Dauben geschlungen und mit Hülfe einer besonderen Vorrichtung, der Schraubwinde oder des Fassziehers, soweit angezogen, bis die Fugen sich schliessen; dann wendet man das Fass um und treibt nun auch von dieser Seite her durch übergezogene Reifen die Dauben vollends zusammen. Die Ränder des Fasses werden alsdann mit einer Säge beschnitten, auf der Hirnseite wie auf der Innenseite durch Behobeln mit eigens geformten Hobeln (Stemmhobel, Gärbhobel) geglättet, und alsdann wird mit Hülfe des Kimmhobels, bei kleineren Gefässen mit Hülfe einer besonderen, ganz kurzen Säge (Gargelsäge), die Gargel eingearbeitet. Erst dann folgt die Fertigstellung und das Einsetzen des Bodens. Derselbe wird aus einzelnen parallelen Brettern, deren lange Seiten sorgfältig glatt gehobelt waren, zusammengefügt und verdübelt. Man misst nun genau den Durchmesser der Gargel, reisst mit dem Zirkel auf dem zusammengefügten Boden den Umriss auf, schneidet ihn mit der Säge aus, glättet die äussere Fläche mit dem Hobel, und schärft den Rand mit dem Zugmesser und Bodenbrammschnitt entsprechend zu. Bei sehr grossen Fässern giebt man dem Boden eine schwache Wölbung nach innen, damit er dem Drucke der Flüssigkeit grösseren Widerstand leiste, legt also die einzelnen Stücke desselben nach einer flachen Cylinderfläche zusammen. Wenn der Boden solcherart fertig vorgerichtet ist, werden die Reifen in der Nähe des Fassendes gelockert, die Dauben so viel als nöthig auseinander getrieben, der Boden eingelegt und alsdann die Reifen wieder aufgetrieben. Der Boden muss eine solche Lage erhalten, dass, wenn das mit Flüssigkeit gefüllte Fass eine normale Lage mit dem Spundloche nach oben einnimmt, die Fugen des Bodens senkrecht stehen. Zuletzt folgt das Glätten der Aussenseite (Streifen) mit Hülfe des Streifhobels, wobei einzelne Reifen abwechselnd abgenommen werden, das Bohren des Spundlochs und des Zapfenlochs.

Aehnlich aber einfacher ist die Anfertigung von Bottichen, Eimern und dergleichen mit geraden Seitenwänden ohne Bauch.

Auch für die Bötticherarbeiten ist in neuerer Zeit die Anwendung von Werkzeugmaschinen mehrfach in Aufnahme gekommen. Unter den verschiedenen Constructionen derselben dürften die von der bereits mehrfach erwähnten Firma Allen Ransome & Co. in Chelsea, London nach J. Richard's Patente gebauten Maschinen vorzugsweise Beachtung verdienen. Eine Kreissäge mit horizontalem Tische, auf dem das Arbeitsstück von Hand vorgeschoben wird, dient zunächst dazu, die angelieferten Holzstämme in prismatische Stücke zu zerschneiden, deren Länge und Breite mit derjenigen der Dauben übereinstimmt, während die Stärke (in der radialen Richtung) so beträchtlich ist, dass man mehrere Dauben aus einem Stücke schneiden kann. Diese Arbeit wird auf

einer Bandsäge mit schmalem, horizontalem Sägeblatte ausgeführt. Das Holzstück befindet sich hierbei in einem Bügel, der um eine horizontale Achse schwingt; der Abstand der Schwingungsachse vom Sägeblatte ist verstellbar und entspricht jedesmal dem Halbmesser des herzustellenden Fasses. Nach jedem Schnitte lässt sich das Holzstück um die Stärke einer Daube verschieben, solcherart entstehen eine Anzahl Dauben mit gekrümmten Flächen, aber in der Längenrichtung noch gerade. Statt der Bandsäge benutzt man bei sehr grossem Bedarfe auch wohl eine Kronensäge (Cylindersäge), wie sie auf S. 102 beschrieben wurde; die Anwendung derselben wird jedoch dadurch kostspielig, dass für jeden anderen Fassdurchmesser auch ein anderes Sägeblatt erforderlich ist.

Die ausgeschnittenen Fassdauben werden nun auch in der Längenrichtung gemäss der Bauchung des Fasses gebogen und gefugt, d. h. an den langen Kanten bearbeitet. Zu diesem Zwecke legt man jede derselben auf ein Modell mit convexer Aussenfläche, deren Form genau der Innenfläche einer Fassdaube in dem Fasse entspricht; das Modell ist etwas schmaler als die Daube, so dass deren lange Kanten an beiden Seiten etwas überstehen. Mit Hülfe eines Hebels, der sich in einem Charniere am Modelle dreht, wird die Daube auf dem letzteren festgespannt. Das Modell aber ist in einem um senkrechte Zapfen schwingenden Bügel befestigt; der veränderliche Abstand der Drehungsachse desselben an der Daube entspricht genau dem Radius des Fasses. Durch Drehung jenes Bügels nun werden die beiden überstehenden langen Kanten der Daube eine nach der anderen einer ausreichend grossen Messerscheibe (Stirnfläche) mit horizontaler Drehungsachse genähert, deren Messer sich in einer senkrechten, durch die Drehungszapfen des Bügels gelegten Ebene drehen, und es werden hierdurch naturgemäss die Seitenflächen der Dauben genau passend bearbeitet. Alsdann folgt das Zusammensetzen und Binden der Fassdauben in ganz ähnlicher Weise als bei Handarbeit. Das gebundene Fass wird nun in horizontaler Lage in ein Paar verzahnter Gusseisenringe eingeschoben und mit diesen in langsame Umdrehung versetzt, während zwei auf einer innerhalb des Fasses gelagerten horizontalen Welle befindliche kleine Kreissägeblätter nebst einer Garnitur Fräsmesser gleichzeitig den Fassrand nebst Kimme bearbeiten und die Gargel einschneiden. Zur Herstellung der Fassböden werden die dafür bestimmten Bretter zunächst mit Hülfe einer schwingenden Kreissäge geschnitten, durch zwei horizontale Bohrspindeln, deren Abstand von einander veränderlich ist, mit den Dübellöchern versehen, auf einer Drehbank, nachdem sie zusammengesetzt und verdübelt worden sind, kreisrund abgedreht und an den Kanten vermittelst zweier gleichzeitig angreifender schräg gestellter Messer abgeschrägt. Sämmtliche zur Herstellung der Böden erforderlichen Werkzeuge sind auf einem gemeinschaftlichen Gestelle angeordnet. Mit der Vollendung des Bodens ist das Fass zum vollständigen Zusammensetzen fertig.

Bierfässer pflegt man, bevor sie in Gebrauch genommen werden,

zu pichen, d. h. an der Innenseite mit einem Pechüberzuge zu versehen. Man legt zu diesem Zwecke mehrere Fässer neben einander derartig auf ein langes Stück Holz, dass sie an einer Seite etwas höher liegen, nimmt an dieser Seite den Boden heraus, bringt ein Stück Pech in jedes Fass, entzündet es, rührt es mit einer Krücke um, bis es vollständig flüssig geworden ist, schliesst dann das Fass, um die Flamme zu ersticken, mit dem Boden, und dreht es zur gleichmässigen Vertheilung des Pechs in verschiedenen Richtungen hin und her, bis das Pech erstarrt ist. Während dieses Drehens wird der Spund mehrmals herausgenommen und wieder eingeschlagen.

Literatur.

Fr. Wilh. Barfuss, Die Kunst des Böttichers oder Küfers. Siebente Auflage, bearbeitet von August Lange. Weimar 1879.

Ueber Werkzeugmaschinen für die Fassfabrikation:

Dingler, Polytechnisches Journal. Bd. 157, S. 12; Bd. 160, S. 101; Bd. 169, S. 409; Bd. 195, S. 223; Bd. 207, S. 257; Bd. 223, S. 251; Bd. 229, S. 202.

(Die zuletzt citirten beiden Abhandlungen in Bd. 223 und 229 betreffen die oben erwähnten Maschinen nach Richard's Patent und erläutern dieselben durch zahlreiche Abbildungen).

4. Die Holzstofffabrikation.

Man versteht unter der Bezeichnung Holzstoff zerfasertes Holz, welches zu verschiedenen Zwecken, vorwiegend aber als Zusatz in der Papierfabrikation benutzt und seit der Mitte der sechziger Jahre dieses Jahrhunderts fabrikmässig in grossen Mengen gewonnen wird. Die Erfindung der Holzstofffabrikation rührt von F. G. Keller in Hainichen in Sachsen her; erhebliche Vervollkommnungen aber erhielt das Verfahren durch die rastlosen Bemühungen von H. Völters zu Heidenheim in Würtemberg.

Das Verfahren der Holzstofffabrikation im Allgemeinen ist folgendes: Man benutzt weiches Holz, vorzugsweise Fichten- oder Tannenholz. Dasselbe wird in frisch gefälltem Zustande entrindet, zu Klötzen zerschnitten und in dieser Form mit Hülfe von geeigneten Vorrichtun-

gen (Hebelpressen mit Gewichten, Schraubenpressen, hydraulischen Pressen) gegen einen rasch umlaufenden, ununterbrochen vom Wasser berieselten Schleifstein aus hartem Sandstein mit horizontaler oder ver-

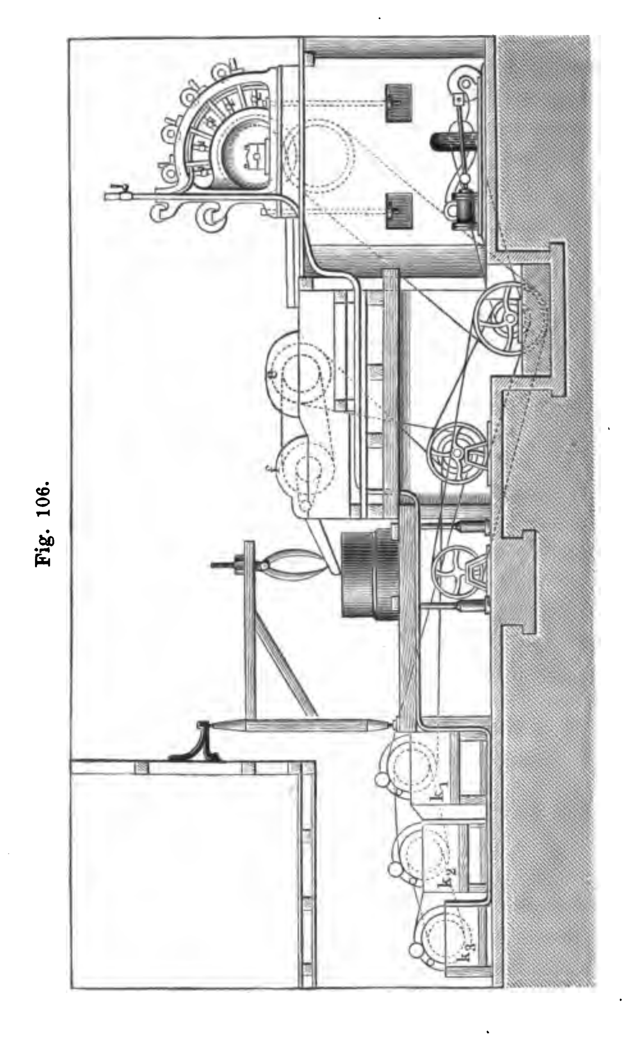


Fig. 106.

ticaler Achse gedrückt und allmälig vorgeschoben. Das entstehende Schleifmehl wird von dem Wasserstrome davon geführt, in besonderen Separirvorrichtungen zunächst von den mitgerissenen Sandkörnchen, dann von den gröberen Holzstücken befreit, welche in einer besonderen Vorrichtung einer weiteren Zerkleinerung unterworfen werden, und schliesslich wird durch abermalige Separation der gewonnene Holzstoff in verschiedene grobe Sorten getrennt.

Die Einrichtung einer Holzschleiferei nach Völters' System ist aus den Abbildungen Fig. 106 und Fig. 107 zu ersehen [1]). Der Betrieb der sämmtlichen Mechanismen erfolgt von einer Dampfmaschine aus, welche

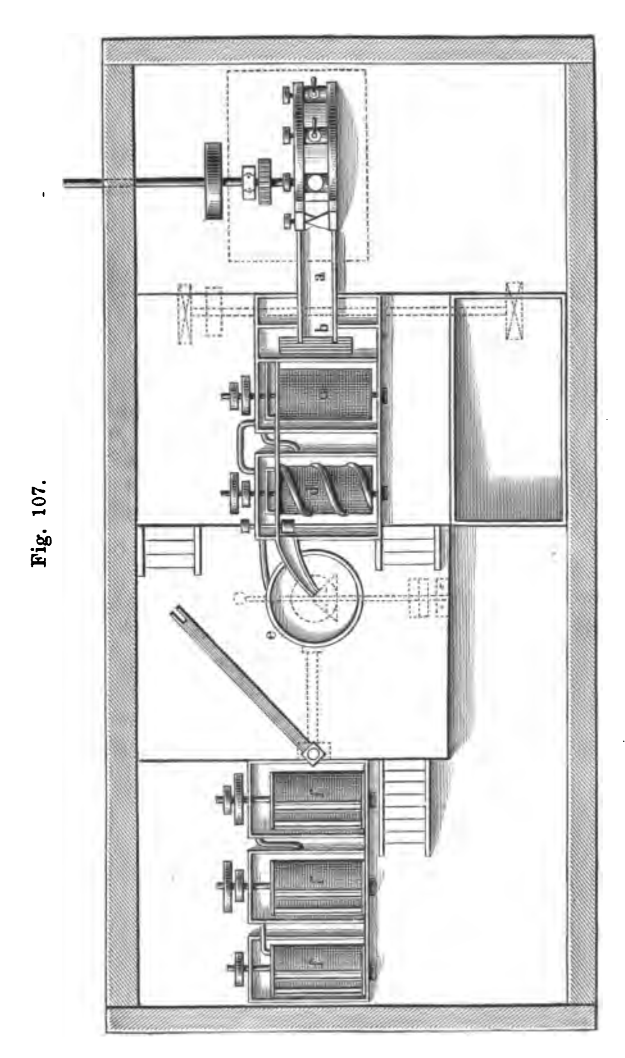


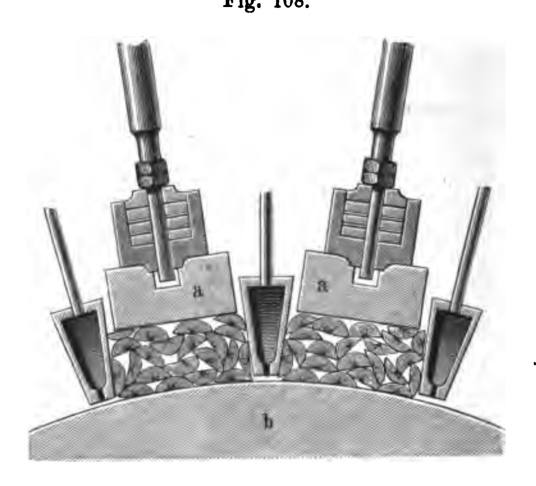
Fig. 107.

im Parterre des Gebäudes aufgestellt und in Fig. 106 an der rechten Seite sichtbar ist. Oberhalb derselben, auf einem entsprechend hohen Stockwerke, befindet sich der Schleifstein nebst Zubehör, Defibreur

[1]) Aus Karmarsch-Heeren, Technisches Wörterbuch, 3. Aufl., Bd. IV, S. 414.

genannt. In der gezeichneten Anordnung besitzt der Schleifstein eine horizontale Achse und das Holz wird durch vier Pressen (deren Zahl in anderen Fällen bis auf acht steigen kann) gegen den Stein gedrückt. Fig. 108 stellt die Einrichtung einer solchen Speisevorrichtung dar. *b* ist der Schleifstein, *a* ein Kolben, welcher durch eine der erwähnten

Fig. 108.



Vorrichtungen — in diesem Falle durch eine Schraube mit Mutter, welche letztere gedreht wird — radialen Vorschub erhält. Die Seitenwände jeder zur Aufnahme des Holzes dienenden Kammer sind aus hohlen Querstücken gebildet, durch welche ununterbrochen Wasser gegen den Schleifstein geleitet wird. Ausserdem befindet sich unterhalb der letzten Presse ein Spritzrohr, welches den Schleifstein beständig abspült.

Von dem Defibreur fliesst das, die abgeschliffenen Holzfasern mitführende Wasser durch eine Rinne *a* nach einem Rüttelsiebe *b*, mit einer Maschenweite von etwa 7 mm, von welchem die gröbsten Holzspäne zurückgehalten werden. Das Wasser sammt den durch das Sieb hindurchgegangenen Spänen sammelt sich unterhalb desselben in einem geräumigen Kasten, setzt hier die mitgerissenen Sandtheilchen ab und gelangt über den Rand desselben in einen zweiten Kasten, in welchem eine Siebtrommel *c* in der Richtung gegen den Strom sich mit 45 Umläufen per Minute dreht. Die feineren Späne treten mit dem Wasser durch die Maschen des Siebcylinders in das Innere desselben, und von hier entweder ohne Weiteres nach den im Erdgeschosse an der linken Seite der Abbildungen befindlichen Sortirtrommeln; oder zunächst in den Kasten der Siebtrommel *d*, welche mit feineren Maschen versehen ist und sich mit 27 Umgängen dreht, übrigens aber dieselbe Einrichtung als *c* besitzt. Die in beiden Siebkästen zurückbleibenden gröberen

Späne werden nun dem Raffineur *e* überwiesen, um hier eine abermalige Zerkleinerung zu erleiden. Die Siebtrommel *d* ist zu diesem Zwecke an der Aussenfläche mit einem steilen Schraubengange versehen, welcher die Späne nach dem einen Ende des Kastens hinführt, von wo sie durch einen Auswerfer in eine Rinne geschoben werden, welche sie dem Raffineur zuführt; die in dem Kasten der Trommel *c* sich ansammelnden Späne werden von Zeit zu Zeit ebenfalls nach dem Kasten von *d* hinübergelassen, um von hier in gleicher Weise weiter befördert zu werden. Der Raffineur besteht aus einem umlaufenden Mühlsteine mit senkrechter Achse, welcher das Holz unter Wasserzufluss zerreibt. Ein Krahn oberhalb des Läufers dient zum Abheben desselben. Auch von hier gelangt das zerkleinerte Holz nach den schon erwähnten Sortirtrommeln *fff*. Dieselben sind mit Messingdrahtgeweben von zunehmender Feinheit bekleidet; die durch das erste Sieb hindurchgegangenen Spänchen werden mit dem Wasser zum zweiten geführt u. s. w., so dass eine Sortirung des gewonnenen Holzstoffs in drei Nummern von verschiedener Feinheit stattfindet. Die an den Seitenwänden äusserlich sich ansetzenden Spänchen werden von Holzwalzen, welche den Umfang der Trommeln tangiren, abgenommen und durch Abstreifmesser von diesen einem Sammelkasten zugeführt.

Der Holzstoff wird dann, sofern er nicht unmittelbar an Ort und Stelle verarbeitet werden kann, da er 70 bis 80 Proc. Wasser zu enthalten pflegt, gepresst und hierauf in Trockenapparaten (Trommeln) bis auf etwa 20 Proc. Wassergehalt getrocknet.

Literatur.

Bernh. Dropisch, Holzstoff und Holzcellulose. Weimar 1879.

Karmarsch-Heeren, Technisches Wörterbuch. Dritte Auflage, bearbeitet von Kick und Gintl. Bd. IV, S. 413.

Dingler, Polytechnisches Journal. Bd. 214, S. 1.

5. Kunstholz.

Theils das Bestreben, pulverförmige, bei der Verarbeitung grösserer Holzmengen entstehende Abfälle (Sägespäne) zu verwerthen, mehr noch die zunehmenden Ansprüche, welche in der Neuzeit hinsichtlich der Ornamentirung auch an billiger zu erlangende Gegenstände gestellt werden, führten zu der Darstellung des sogenannten Kunstholzes. Man

versteht darunter ein Gemisch von mechanisch oder chemisch zerkleinertem Holze (Holzstoff, Sägespänen, Cellulose) [1]) mit einem geeigneten Bindemittel, welches, in Formen gebracht, alsbald verhärtet, so dass solcherart eine fabrikmässige und dadurch billige Darstellung von Verzierungen oder kleinen Gebrauchsgegenständen mannigfacher Art möglich wird, welche, ähnlich wie in der Architektur die Terracotta-Ornamente an Stelle der Bildhauerarbeiten, in der Holzwaarenindustrie an Stelle der geschnitzten Gegenstände eine häufige Verwendung finden. Das künstliche Holz lässt sich mit schneidenden Werkzeugen bearbeiten; poliren, leimen; es ist dem Schwinden und Quellen weit weniger als das natürliche unterworfen und besitzt naturgemäss nicht die ungleichmässige, die Verarbeitung des natürlichen Holzes so sehr erschwerende Schwindung, welche eine Folge der eigenthümlichen Structur des letzteren ist; es ist ziemlich hart, biegsam und besitzt eine für die oben erwähnten Verwendungen ausreichende Festigkeit. Um farbige Ueberzüge hervorzubringen, muss man jedoch das künstliche Holz zuerst mit einer Lösung von Schellack in Alkohol behandeln.

Die Art und Weise der Herstellung ist nicht in allen Fabriken dieselbe. In allen Fällen jedoch sind hohle Formen, aus Matrize und Patrize bestehend, erforderlich, in welche hinein die Holzmasse gepresst wird, und welche demnach das eigentlich formgebende Geräth bei der Darstellung des künstlichen Holzes bilden. Die Formen werden aus Bronze, Stahl oder Gusseisen nach einem vorhandenen Modelle gegossen und durch Ciseliren nachgearbeitet; je sauberer, vollkommener die Umrisse der Form sind, desto schöner fällt natürlicher Weise der in denselben gepresste Abdruck aus. Zu dem Pressen ist ein ziemlich beträchtlicher Druck erforderlich, welcher mit Hülfe einer Schraubenspindel, eines Fallhammers oder einer hydraulischen Presse hervorgebracht werden kann; eine Erwärmung der Formen vor dem Pressen ist nothwendig, weil die Holzsubstanz durch die Erwärmung in einen weicheren, bildsameren Zustand versetzt wird.

Zu der Anfertigung der unter der Bezeichnung *Bois durci* schon seit etwa 20 Jahren aus Frankreich zu uns kommenden Gegenstände aus künstlichem Holze, welche sich durch ihre tief-schwarze, ebenholzartige Farbe auszeichnen und zu Schmuckgegenständen, kleinen Schaalen, sowie Verzierungen an Möbeln u. s. w. vielfach verwendet werden, benutzt man Sägespäne aus harten, harzreichen Hölzern (Polisander, Mahagoni u. a.), vermischt dieselben mit Thierblut, fügt zur Vermeidung

---

[1]) Cellulose, die chemisch reine Holzsubstanz, wird fabrikmässig durch Kochen von dünnen Holzspänen mit Natronlauge dargestellt, wobei die fremden Bestandtheile des Holzes (S. 3) ausgezogen werden und die Cellulose als vollständig zerfaserte Masse zurückbleibt. Sie hat vor dem mechanisch dargestellten „Holzstoff" den Vortheil nicht allein der Reinheit von Harzsubstanzen, sondern auch der grösseren Länge ihrer Fasern voraus, wodurch ein Verfilzen derselben möglich wird.

einer Verwesung des Blutes eine entsprechende Menge einer fäulnisswidrigen Substanz hinzu (Kreosot, Karbolsäure, Benzoësäure), trocknet, pulvert die getrocknete Masse und presst sie nun mit hydraulischem Drucke in die durch heisse Luft ziemlich stark erhitzten Formen. Der Albumingehalt (Eiweissstoff) des Blutes bildet hier das Bindemittel für die Späne; der Eisengehalt desselben ertheilt unter Einwirkung des Tanningehaltes des Holzes dem Gemische jene schöne schwarze Farbe. Bei Anfertigung von Armbändern, Brochen u. s. w. setzt man dem Gemische mitunter noch irgend einen geeigneten Riechstoff zu und ertheilt den betreffenden Gegenständen dadurch einen feinen aromatischen Geruch. Das Bois durci besitzt eine bedeutende Härte und wird durch Schleifen auf Schmirgelscheiben etc. glänzend polirt [1]).

Bei einem anderen Verfahren, welches vorzugsweise dann angewendet wird, wenn die daraus hergestellten Gegenstände farbige Ueberzüge (durch Bestreichen, Vergolden u. s. w.) erhalten sollen, benutzt man als Hauptmaterial Cellulose, der als Bindemittel Albumin, ausserdem eine gewisse Menge tanninhaltiger Substanzen (gepulverte Galläpfel, Eichenrinde) zugesetzt wird. Die Masse wird mit Wasser zu einem steifen Teige angerührt, zu fingerdicken Platten ausgewalzt, diese werden getrocknet und dadurch in ein brettähnliches Stück künstlichen Holzes verwandelt, welches die Eigenschaft besitzt, beim Erhitzen wieder bildsam zu werden und sich in Formen pressen zu lassen. Die Formen werden deshalb, wie bei der Darstellung des Bois durci, ziemlich stark erhitzt, wozu man Gasflammen zu benutzen pflegt. Da die Innehaltung eines bestimmten Temperaturgrades eine wichtige Bedingung für das Gelingen des Processes ist, so benutzt man Metalllegirungen von bestimmten Schmelzpunkten, die man mit den Formen in Berührung bringt, um die Erhitzung derselben zu controliren. Die Holzmasse wird gepulvert und, wenn das Pressen beginnen soll, in die vorher mit Fett eingeriebene Form in ausreichender Menge eingeschüttet. Das überschüssig eingeschüttete Material wird zwischen Matrize und Patrize herausgequetscht, hier einen Rand bildend, welcher später entfernt wird. Flache Gegenstände werden sofort nach dem Pressen in noch warmem Zustande mit der Rückseite auf eine ebene Platte gelegt und hier bis zum völligen Erkalten mit Gewichten beschwert, wodurch ein Krummziehen derselben verhütet wird.

Die nach der zuletzt beschriebenen Methode gefertigten Gegen-

---

[1]) Stark heraustretende Reliefs werden durch die Holzmasse nur schwierig ausgefüllt. Man benutzt für solche Fälle ein feines Pulver aus Knochen oder Elfenbein, welches an der betreffenden Stelle in die Form gebracht wird und sich beim Pressen mit der Holzmasse verbindet, in anderen Fällen aber auch selbstständig verarbeitet wird. Man nennt diese Masse Eburin; durch Zusatz färbender Substanzen kann man den daraus gefertigten Gegenständen unter Nachahmung von Kameen, Jaspis, Malachit u. s. w. sehr mannigfaltige Farben ertheilen.

stände besitzen eine bräunlich-graue Farbe und matten Glanz. Man überzieht sie, wie schon erwähnt wurde, mit Schellacklösung, schleift sie, wenn dieser Ueberzug trocken geworden ist, und giebt dann einen beliebigen Anstrich.

Literatur.

Wilh. Schmidt, Die Verzierungen aus künstlichem Holze. Weimar 1879.

6. Literatur über sonstige Specialzweige der Holverarbeitung.

Ueber Korbmacherarbeiten:

A. Brockmann, Musterbuch für Korbmacher, Korbmöbel- und Rohrwaarenfabrikanten. Weimar 1864.

Karmarsch-Hartig, Mechanische Technologie. 5. Aufl., S. 816.

Hugo Fischer, Technologische Studien im Sächsischen Erzgebirge. Leipzig 1878. S. 64 (Spankörbe).

Ueber Drechslerarbeiten:

Al. Fürbringer, Die Kunst des Drechslers. Sechste Auflage. Nebst Atlas von 15 Tafeln. Weimar 1865.

Fr. Campin, Das Drechseln in Holz, Elfenbein, Perlmutter etc. Weimar 1862.

Aug. Graef, Der Drechsler der Neuzeit. Musterblätter moderner Drechslerarbeiten. 2. Aufl. Weimar 1880.

Ueber Anfertigung gebogener Möbeln:

Dr. W. F. Exner, Das Biegen des Holzes. Zweite Auflage. Weimar 1880 (vergl. oben S. 177).

Hugo Fischer, Technologische Studien. S. 62.

Ueber Anfertigung der Zündhölzer:

Wladimir Jettel, Die Zündwaarenfabrikation in ihrer gegenwärtigen Ausbildung. Braunschweig 1871.
Hugo Fischer, Technologische Studien. S. 69.
Dingler, Polytechnisches Journal. Bd. 229, S. 111.

Ueber Anfertigung von Spielwaaren, Bürstenbrettern, kleinen Wagenrädern:

Hugo Fischer, Technologische Studien. S. 51 und 56.

Ueber Anfertigung von Korken und Korkwaaren:

M. Powis-Bale, Woodworking Machinery. London 1880. S. 237.
Hugo Fischer, Technologische Studien. S. 74.

Berichtigung.

S. 15, Zeile 1 von unten lies: Quadratmillimeter statt Kubikmillimeter.

ALPHABETISCHES SACHREGISTER.

A.

B.

C.

O.

P.

Q.

R.

S.

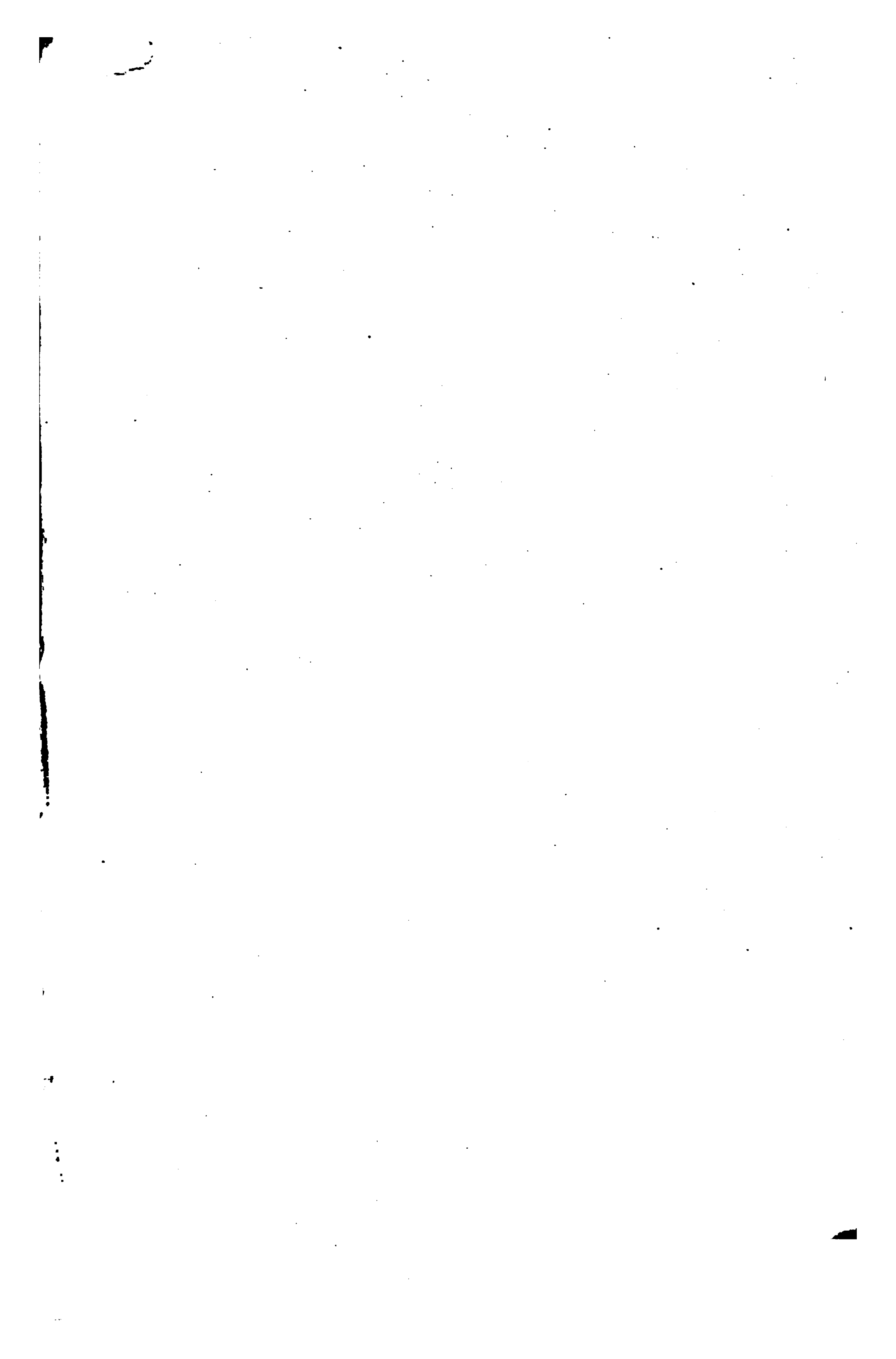
T.

U.

V.

W.

Z.




89080453202
B89080453202A